

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



# КазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

---

ВЕСТНИК КАЗНИТУ

---

VESTNIK KazNRTU

---

№ 4 (140)

*Главный редактор*  
**И. К. Бейсембетов – ректор**

*Зам. главного редактора*  
**А.Х. Сыздыков – проректор по науке**

*Отв. секретарь*  
**Н.Ф. Федосенко**

**Редакционная коллегия:**

З.С. Абишева- акад. НАНРК, Л.Б. Атымтаева, Ж.Ж. Байгунчеков- акад. НАНРК, А.Б. Байбатша, А.О. Байконурова, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, Г.Ж. Елигбаева, Р.М. Искаков, С.Е. Кудайбергенов, Б.У. Куспангалиев, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракищев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, А.Р. Сейткулов, Фатхи Хабаши (Канада), Бражендра Мишра (США), Корби Андерсон (США), В.А. Гольцов ( Россия), В. Ю. Коровин ( Украина), М.Г. Мустафин (Россия), Фан Хуаан (Швеция), Х.П. Цинке (Германия), Е.М. Шайхутдинов-акад. НАНРК, Т.А. Чепуштанова

**Учредитель:**

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

**Регистрация:**

Министерство культуры, информации и общественного согласия  
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

**Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год**

**Адрес редакции:**

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,  
каб. 609, тел. 292-63-46  
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

# • НАУКИ О ЗЕМЛЕ

ӘӘЖ 550.8

<sup>1</sup>M.D. Mamadiyarov, <sup>2</sup>S.K. Kurbaniyazov, <sup>1</sup>B.Zh Izenbaev,

<sup>2</sup>N.A. Abdimytelip, <sup>2</sup>A.A. Abdrasilov

(<sup>1</sup>People's Friendship University named after A.Kuatbekov Shymkent,  
Republic of Kazakhstan, mmd\_64@mail.ru

<sup>2</sup>International Kazakh-Turkish University named after HA Yassawi Republic of Kazakhstan,  
Turkestan saken\_geo@mail.ru)

## COMPREHENSIVE STUDY AND EVALUATION OF THE CONSTRUCTION PROPERTIES OF THE SHOKTAS SANDS

**Abstract.** The article presents the problems of complex assessment of construction properties of sand of the Shoktas Deposit. General information about Sands as natural structures was presented. The main principles of the genetic approach to the study of Sands for construction purposes are set out for suggestions on the purpose of research points and the choice of research methods for engineering and geological surveys. The features of field and laboratory methods for studying the composition, structure, state and properties of sand are described. Proposals for the integration of research methods are presented and its technical and economic efficiency is justified.

**Key words:** deposit, Soktas, sand, gravel, correlation, construction and building materials, mining, the diffraction pattern of quartz.

<sup>1</sup>М.Д. Мамадиев, <sup>2</sup>С.К. Курбаниязов, <sup>1</sup>Б.Ж. Изенбаев,  
<sup>2</sup>Н.Ә. Әбдімұтәліп, <sup>2</sup>А.А. Абрасилов

(<sup>1</sup>Акад. А.Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университеті  
Қазақстан Республикасы, Шымкент, к. mmd\_64@mail.ru

<sup>2</sup>Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ – түркік университеті  
Қазақстан Республикасы, Түркістан, к. saken\_geo@mail.ru )

## ШОҚТАС КЕН ОРНЫНЫң ҚҰМДАҚТАРЫНЫң ҚҰРЫЛЫС ҚАСИЕТТЕРИН ЖАН-ЖАҚТЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

**Аннотация.** Мақалада Шоктас кен орны құмының құрылыш қасиеттерін кешенді бағалау мәселелері берілген. Табиғи құрылымдар ретінде құмдар туралы жалпы мәліметтер берілді. Зерттеу пункттерін тағайындау және инженерлік - геологиялық ізденістер кезінде зерттеу әдістерін тандау бойынша ұсыныстар үшін құрылыш мақсаттарында құмдарды зерттеуге генетикалық тәсілдің негізгі принциптері баяндап алған. Құмның құрамын, құрылышын, жай-күйін және қасиеттерін зерттеудің далалық және зертханалық әдістерінің ерекшеліктері сипатталған. Зерттеу әдістерін кешендеу бойынша ұсыныстар көлтірілген және оның техникалық-экономикалық тиімділігі негізделеді.

**Кілт сөздер:** кен орны, Шоктас, құм, гравий, корреляция, құрылыш материалдары, тау-кен, дифрактограмма, кварц.

**Кіріспе.** Біздің елімізде тез, үздіксіз өсіп келе жатқан өнеркәсіп және түрғын үй құрылышы түрлі құрылыш материалдарының үлкен мөлшерін талап етеді. "Ірі темірбетон блоктарынан ғимараттар құрылышына көшуге байланысты бетон толтырыштарына, яғни қырышық тас, гравий, құмға сұраныс артады. Бетонды құрылыш материалдарын алу үшін цемент, су, толтырыштар араластырылады, бұл ретте толтырыштардың салмағы барлық қоспаның салмағы бойынша 70-75% - на жетеді. Қырышықтас, құм және гравий су электр станциялары үшін де бөгөттерді салуда көп мөлшерде талап етіледі. Сонымен қатар, құм силикат кірпішін және әкті-силикат блоктарын жасау үшін кеңінен колданылады. Өнеркәсіптік және түрғын үй құрылышынан басқа, темір жолдарға да құм мен қырышық тас көп мөлшерде колданылады - жолдарды жақсы жағдайда ұстау үшін жыл сайын 20-25 млн м<sup>3</sup> қырышықтас пен құм төсөледі. Құмның үлкен тұтынушысы (жылына 6 млн. м<sup>3</sup> дейін) металлургия өнеркәсібі болып табылады,

мұнда оны құюға арналған қалыптарды (калыптау құмдары) өндіруде пайдаланады. Шыны өнеркәсібі жылына 1,5 миллион м<sup>3</sup>-ен астам кварц құмын тұтынады. 70-75% дейінгі құмдар бұл шыныдан жасалған қоспаның бөлігі болып табылады. Тастар құрылымы индустриясында да кең қолданылады.

Осы мәліметтерге сүйенсек құрылым материалдарына қажетті шикізат кең орындарын барлап игеруіміз қажет. Алайда, Қазақстанда құрылым құмдарының жаңа кең орындарын игеретін ешкім жоқ. Инвесторлар тау-кең өнеркәсібіне үлкен қызығушылық танытпайды және қолданыстағы жер қойнауын пайдаланушылар күм, қиыршық тас пен саз өндіруге шоғырланған. 90-ға жуық пайдалы қазбалар кең орындары бос қалады. Өндірілген қиыршық тас, саз және құмның 94% - дан астамы жол құрылымына жұмсалуда. Осы орайда біздің зерттеу бағытымында Шоқтас кең орынның құмдары зерттеуге алынған.

**Зерттеу әдістері мен нысандары.** Құм, байытылған және фракцияланған күм сапасының жалпы стандарт талаптарына сәйкестігін тексеру үшін қабылдау бақылауы мен мерзімді сынақтар жүргізілді. Қабылдаушылық бақылау жұмыстарын тәулік сайын ГОСТ 8735-ке сәйкес іріктелген құмдардың біріккен ауысымдық сынаамасын сынау жолымен жүргізілді.

Қабылдаушылық бақылауы кезінде анықталғаны:

- құмның химиялық құрамы;
- шаң тәріздес және сазды бөлшектердің құрамы;
- кесектердегі сазды-құмның құрамы;
- ластаушы қоспалардың болуы;
- дифрактограммасы.

**Нәтижелер мен оларды талқылау.** Шоқтас кең орны Түркістан облысы, Шоқтас станциясынан онтүстік-шығысқа қарай 1,5–205 км жерде орналасқан. Шоқтас кең орны Кентаудан онтүстік-шығысқа қарай 20–25 км арақашықта орналасқан. 1960 жылы зерттелген және одан эрі 1971–1972 жылдары зерттелген бұл кең орны Қазақ КСР-нің Ауыр өнеркәсіп кәсіпорындары Министрлігінің тапсырысы бойынша ОҚМУ-дің мемлекеттік педагогикалық университетті жүргізілген.

Шоқтас формациясының құрлықтық құмтастары қызыл қоңыр, түрлі-түсті континентальды құмтастар, алевролиттер, алевролитті құмтастар, балшықты формалары сирек кездеседі. Түрлі жыныстардың сорттары үшін жұқа қабатты құрылым ерекшеленеді, басқа айырмашылықтарда резервуардың қалындығы 8–9 м болатын дельта тәрізді стратификация жиі кездеседі.

Кең орны Қотырбұлак формациясының жоғарғы борлы шөгінділерімен шектелген және үш бөлімнен тұрады: негізгі, шығыс және Шамат – өзені бойында. Негізгі бөлімнің олшемдері 1500 x 1000 м, пайдалы қазба қалындығы 8–24 м (орташа 12 м). Шамат-өзені участкесінде құмның қалындығы 1,5–17,2 м, үстіңгі қабатының қалындығы - 1,3–5,0 м.

Құм кварцтан (58%), дала шпаттарынан (14%), кварциттердің сынықтарынан (12%), құмтас пен гипстен (0,2%), слюдадан (0,1%) тұрады. Литологиялық аллювий +207м көкжиекке дейін қоңыр құммен ұсынылған, негізінен ұсақ - түйіршікті, негізінен кварцты, біртекті (кесте 1).

1-кесте. Қабатаралық қашықтық және фазалық құрам (№ 10001сынама)

№	d, Å	I %	Минерал
1.	7,19021	5,5	каолинит
2.	4,25638	18,7	кварц
3.	3,84498	4,3	кальцит, КПШ
4.	3,57404	3,6	каолинит
5.	3,47211	3,7	КПШ
6.	3,34199	100,0	кварц
7.	3,23966	12,5	КПШ
8.	3,03447	9,1	кальцит
9.	2,45433	9,7	кварц
10.	2,28003	9,0	кварц
11.	2,23496	5,4	кварц
12.	2,15929	2,7	КПШ
13.	2,12596	5,6	кварц
14.	1,97808	5,2	кварц
15.	1,87450	2,8	кальцит
16.	1,81670	10,0	кварц
17.	1,67095	5,3	кварц
18.	1,65759	2,6	кварц

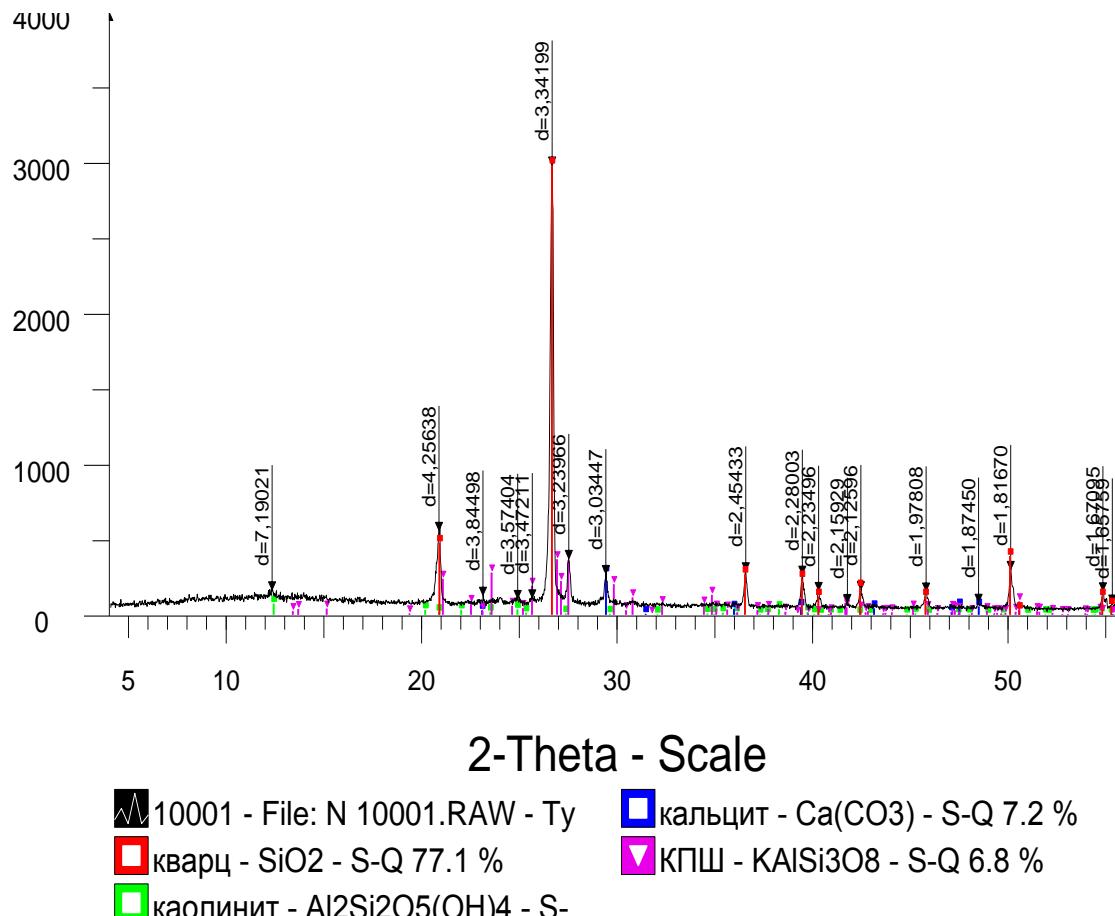
Ескеरту: Барлық келтірілген дифракциялық шындар жоғарыда көрсетілген фазаларға ғана тиесілі. Қатысуышы фазаларды сәйкестендіруге мүмкіндік беретін тән дифракциялық рефлекстер белгіленді.

2006 жылы көкжиекке +197м теренде дейін барланған төменгі құмдар, сол құрамды, бірақ кесектің төменгі жағына ірі түйіршікті құмға дейін. Кен орнының екі участесіндегі морфологиялық пайдалы қабаты көлденен қат шоғыры болып табылады.

Оның шығыс бөлігіндегі өлшемдері 250x70-260м (ауданы 0,05 кв.км), онтүстігінде 200x70-200м (ауданы 0,03 кв.км). Пайдалы қалындығының орташа қалындығы + 207 м горизонтқа дейін - 9,8 м (солтүстік бөлігі) және 12,8 м (онтүстік бөлігі). Көкжиекке + 197м = - тиісінше 19,8 және 22,8 м. Қалындығы 0,5-0,7 м-ден 1,5-2,0 м дейінгі заманауи борпылдақ құмдақтармен пайдалы қалындықта қабаттасады (кесте 2, сурет 1).

## 2-кесте. Жартылай сәулелі рентгенофазды талдау нәтижелері

Минералдың атауы	Формула	Концентрация, %
кварц	$\text{SiO}_2$	77,1
каолинит	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	8,9
кальцит	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	7,2
КПШ	$\text{KAISi}_3\text{O}_8$	6,8



1-сурет. Дифрактограмма (№ 10001 сынама)

Зерттелген құмды алдын ала қырышық тас фракциясын себу және саз, лай және шаш бөлшектерінен шаю шартымен қалау және сылақ ерітінділерінде пайдалану үшін ұсынуға болады.

Қырышық тас, қоспадағы орташа құрамы 16, 4%.

Гравийдың гранулометриялық құрамы төменде келтірілген (кесте 3).

### 3-кесте. Гравийдың гранулометриялық құрамы

Фракция, мм	Құрамы, %	Минималды/ Максималды	Орташасы
70-40	0,0	0,1	0,05
40-20	12,0	13,8	12,6
20-10	82,6	88,0	87,8

Сынамадағы жаппай массасы 2,56–2,58 г/см<sup>3</sup>. Жіңішке және ине дәндерінің мөлшері 4,4–8%; әлсіз түкымдардың дәндері 18,4–27,6%. 50 мұздату цикліндегі қырышық тастар аязға төзімді емес. Балшықтың едәуір мөлшері, аязға төзімділігі және әлсіз жыныстардың түйірлерінің көп болуына байланысты қырышық тасты үлкен агрегат ретінде пайдалануға болмайды.

Кен орны сусыз. Тау-кен техникалық жағдайлары ашық игеру үшін қолайлы.

**Қорытынды.** Бетондардың, құрылыс ерітінділерінің барлық түрлері үшін толтырғыштар ретінде қолданылатын құмдардың жарамдылығы және жол төсемелерін орнатуға арналған материалдар ретінде ГОСТ 8736-93 техникалық талаптар бойынша анықталады. Шоқтас кен орынның құмшақтар балансына кірген құмдар осы талаптарға толық көлемде сәйкес келеді. Пайдаланушыларды игерілетін кен орындарының құрылыс құмымен толық қамтамасыз ету үшін көлік иығын едәуір ұлғайту, қамтамасыз етілмеген аудандарға - құрылыс ауқымымен құрбан ету талап етіледі, онда экономикалық және әлеуметтік жоспар мәселелерін шешу қындауда. Түркістан облысында құмдардың ең үлкен кен орындары ежелгі сілемдермен ерекшеленетін Шоқтас қоры, олар негізінен жогарыда айтылғандай үш бөліктен тұрады, жазықтық террасаларында және оның ірі құймаларында орналасқан. Шамат өзенінің арналы құмдары ірі түйіршікті құраммен ерекшеленеді, олар негізінен бетондарды дайындау үшін қолданылады. Осы өзенінің ағысының арналы құмдары көбінесе ұсақ түйіршікті және тек құрылыс ерітінділерін дайындау үшін ғана пайдаланылуы мүмкін. Қазіргі заманғы аллювий шөгінділерінің құмдары өзендер мен олардың ағындары бойынша таралған, жайылма участеклер мен қайрандарды түйіршіктеледі, көп жағдайда жайылма участеклердің бетінде бір-бірінен жоғары емес, ескі, көлдер, ағыстар бойымен созылған пішіндер құрайды.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Брауде Ф.Г., Османов С.А., Голубенков В.А. Виброударное формование изделий из песчаных бетонов. // Бетон и железобетон. -1982 № 3 - С. 30-31.
- [2] Дорохова А.Д., Карпинский В.И., Новоженов В.М. Формирующая способность ударно-вибрационных площадок. // Бетон и железобетон. -1982 № 7 - С.38-39.
- [3] 99. Македон Н.Л., Каленченко В.Г. Ударно-вибрационное формование изделий из песчаных бетонов. И Бетон и железобетон. -1980,- № 2 С. 15-16.
- [4] 100. Руденко И.Ф., Лаврентьев П.Г., Кузин В.Н. Оптимальные параметры безвибрационного роликового формования плоских изделий. // Бетон и железобетон -1982 № 6 С. 17-18.
- [5] Волженский А.В., Чистов Ю.Д. Неавтоклавный газобетон из барханных песков //Долговечность конструкций из автоклавных бетонов: Тез.док. У1 республиканской конференции: Часть II Таллин, "Валгус". - 1982. - С. 116.117.
- [6] Wajahat H Mirra and Solima I.A. Noury-Uilisaion of Soundi Sounds for aerated concrete production. I. of cement corup. and lug. concrete, 1986, v. 8, № 2, p 81-85

Мамадияров М.Д., Курбаниязов С.К., Изенбаев Б.Ж., Абдімұтәліп Н.А., Абрасилов А.А.

### Изучение и оценка строительных свойств песков месторождения Шоқтас

**Резюме.** В статье представлены проблемы комплексной оценки строительных свойств песка месторождения Шоқтас. Для предложений по назначению пунктов исследований и выбору методов исследований при инженерно - геологических изысканиях изложены основные принципы генетического подхода к изучению Песков в строительных целях. Описаны особенности полевых и лабораторных методов исследования состава, строения, состояния и свойств песка. Представлены предложения по комплексированию методов исследования и обосновываются его технико-экономическая эффективность.

**Ключевые слова:** месторождение, Шоқтас, песок, гравий, корреляция, строительные материалы, горнодобывающая, дифрактограмма, кварц.

ӘӘЖ 550.8

<sup>2</sup>S.K. Kurbaniyazov, <sup>1</sup>M.D. Mamadiyarov, <sup>1</sup>B.Zh. Izenbaev,  
<sup>2</sup>N.A. Abdimytalip, <sup>2</sup>Sh. Belasarova.

(<sup>1</sup>People's Friendship University named after A.Kuatbekov Shymkent, Republic of Kazakhstan, mmd\_64@mail.ru, <sup>2</sup> International Kazakh-Turkish University named after H.A. Yassawi Republic of Kazakhstan ,Turkestan, saken\_geo@mail.ru)

## RESEARCH OF SHOKTAS SANDS SUITABLE FOR USE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

**Abstract.** The article describes the characteristics of the alluvial Sands of the Shoktas Deposit. They are characterized by a type of long-lens deposits, whose length reaches several kilometers, the proportion of which is up to ten meters. By section, the grain and mineral composition of gravel and sand material is usually not maintained. The sorting of the fracture material is varied: in mountain sections of rivers, the smallest and the largest in flat areas and deltas of rivers. The alluvium of mountain rivers is mainly represented by large scrap material, River-gravel-galactic material in the foothills, flat rivers and Delta Sands and gravel-sand mixtures. Deposits of sand and sand-gravel material formed in modern riverbeds and floodplains have a temporary nature with movement in space, changing their shape and size. Mineral-petrographic, chemical composition, the ratio of different size fractions, siltstone, pelite, the composition of organic and other impurities, physical-mechanical and other properties determine the possibility and rational direction of using sand and gravel in any industry in natural or enriched (washed, classified, fractionated) form.

**Keywords:** sand, crushed stone, building material, siltstone, alluvial, quartz, mineral, chalk, fraction.

<sup>2</sup>С.К. Курбаниязов, <sup>1</sup>М.Д. Мамадиев, <sup>1</sup>Б.Ж. Изенбаев,  
<sup>2</sup>Н.Ә. Әбдімұтәліп, <sup>2</sup>Ш. Беасарова

(<sup>1</sup> Акад. А.Құатбеков атындағы Халықтар дистығы университеті  
Қазақстан Республикасы, Шымкент қ. mmd\_64@mail.ru

<sup>2</sup>К.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ – түркік университеті  
Қазақстан Республикасы, Түркістан қ. saken\_geo@mail.ru

## ҚҰРЫЛЫС САЛАСЫНДА ПАЙДАЛАНУҒА ЖАРАМДЫ ШОҚТАС ҚҰМДАРЫН ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Мақалада Шоқтас кен орынның аллювиалды құмдардың сипаттамасы көлтірілген. Олар үшін ұзындық-линзалы шоғыр түрі тән, олардың ұзындығы бірнеше километрге жетеді, олардың үлесі он метрге дейін. Қыық бойынша қырыштықтас-құмды материалдың дәнді және минералды құрамы әдетте ұсталмаған. Сыну материалын сұрыптау әртүрлі: өзендердің таулы участекерінде ең аз және жазық участекерде және өзендердің атырауларында ең үлкен. Таулы өзендердің аллювийі негізінен ірі сынғыш материалмен, тау боктеріндегі өзен – қырыштық тас-галактальы материалмен, жазық өзендермен және дельт құмдармен және қырыштық тас – құмды қоспалармен берілген. Қазіргі заманғы арналарда және өзендердің жайылмаларында пайда болатын құм және құм-қырыштық тас материалының шоғыры кеңістіктік жылжып, олардың пішіні мен өлшемдерін өзгертип уақытша сипатта ие. Минералды-петрографиялық, химиялық құрамы, ірілігі жағынан әр түрлі фракциялардың арақатынасы, алеврит, пелит, органикалық және басқа қоспалардың құрамы, физика-механикалық және басқа да қасиеттері табиғи немесе байытылған (жуылған, жіктелген, фракциондалған) түрдегі өнеркәсіптің қандай да бір саласында құм мен қырыштық тасты пайдаланудың мүмкіндігі мен ұтымды бағытын анықтайды.

**Кілт сөздер:** құм, қырыштықтас, құрылыш материалы, алеврит, аллювиал, кварц, минерал, бор, фракция.

**Кіріспе.** Құм барлық құрылыш материалдарының міндетті құрамасы болып табылады. Жол құрылышы, темір-бетон конструкцияларын өндіру каркынының өсуі құрылыш құмына қажеттіліктің өсуіне себепші болды. Алайда табиғи құмдарды өндіру аймақтар экологиясының, өзен жағаларының экожүйесінің бұзылуына, жағажайлардың шайылуына, көшкіндердің пайда болуына, жер асты суларының жер бетіне шығуына әкеп соғады. Карьерді әзірлеу кезінде ұйым өндіру салығын төлейді және қоршаган ортаны қорғау бойынша іс-шаралар өткізеді. Өлемнің бірката елдерінде табиғи құм өндіруге мүлдем тыйым салынған.

Мұндай аудандар жағдайында жол-құрылыш материалдарымен қамтамасыз ету проблемасы, негізінен, конструктивтік қабаттарда топырақ негізінде композициялық материалдарды, оның ішінде ұсақ түйіршікті құмдарды, жанама өнімдерді, Өнеркәсіп қалдықтарын және түрлі тұтқыр заттарды неғұрлым кең қолдану жолымен шешілуі мүмкін. Мәселен, ҚР-ның сұр топырақ аймағындағы ұсақ түйіршікті құмдардың қоры іс жүзінде шектелмеген, олардың кен орындары көп жағдайда он метрмен есептелетін пайдалы қабаттың қуатына ие.

Алайда, осы уақытқа дейін ұсақ түйіршікті құм жол жамылғысын салу кезінде оларға тән кемшіліктерге байланысты кеңінен қолданылмады: бөлшектер арасындағы әлсіз ілініс, үлкен ашық кеуектілік, айтарлықтай сүзу қабілеті, тапталуы, бөлшектердің бір біркелкілігі және ұсақ фракциялардың басым құрамы (ұсақ түйіршікті құмдардың ірілігі модулі 2,0-ден кем). Мұндай құмдар кондициялық емес материалдарға жатады және оларды жол жамылғысының конструктивтік қабаттарында қолдану ғылыми негізделген және алынатын композициялық материалдардың жоғары сапасымен қамтамасыз етілуі тиіс: беріктігі, деформативтік тұрақтылығы, конструктивтік қабаттардың ұзақ мерзімділігі, құрылыштың прогрессивтік технологиясын қолдану мүмкіндігі.

Сұрыптаушы кешенде бөліктерді өндегенен кейін ұсақ қыыршық тас, құрылыш құмдары, толтырыштар және басқа да материалдар алуға болады. Жасанды фракцияланған құмдарды алу желісінің негізгі элементі қөп өнімді ауа каскадты-гравитациялық класификатор болып табылады, ол бөліктерді фракциялардың кажетті санына бөлуге мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер көрсеткендегі, ортадан тепкіш-соққы құмының ұнтақтағыш негізіндегі ұсақ түйіршікті бетонның илу кезіндегі беріктігі өзен құмының негізіндегі бетон үшін ұксас қөрсеткіштен 36% - ға асып түседі. Бұл ретте конустық-инерциялық ұсақтағышта ұсақтаған құм негізіндегі бетон беріктігі 29% - ға асып түседі. Қысу кезіндегі ұсақ түйіршікті бетондардың беріктік қөрсеткіштері үшін де осындағы аракатына орын алады.

**Зерттеу әдістері.** Цемент өндірісінде құм портландцемент түрлері үшін инертті және түзетуші қоспалар ретінде, соңдай-ақ құмды цементті дайындау кезінде пайдаланылады. Құм сапасына қойылатын талаптар "портландцемент клинкерді өндіру кезінде шикізат материалдарының негізгі түрлерінің сапасына арналған техникалық шарттармен" (КСРО Құрылыш материалдары, 1969 ж.) регламенттелген. Портландцемент клинкеріне инертті қоспа ретінде оны тарту кезінде құрамында кемінде 70 % (әдетте 80 - 95%) SiO<sub>2</sub> бар кварц құмдары қолданылады. Кварц құмдары Силикат Модулінің мәнін арттыру және глинозем Модулінің мәнін төмендету үшін цемент шихтасына түзетуші қоспа ретінде пайдаланылады. Кварц құмының осы мақсатқа жарамдылығын бағалау тәжірибелік жолмен жүргізіледі. Құрылыш ерітінділерін дайындау үшін сапасы бойынша МЕМСТ 8736-77 талаптарына жауап беретін құм қолданылады. Құрылыш жұмыстарына арналған құм сапасына қойылатын негізгі талаптар астық құрамы бойынша қойылады. Бұдан басқа, шаң, лай және сазды бөлшектердің, бөгде және органикалық ластаушы қоспалардың құрамы регламенттеледі.

**Зерттеу нағижендері мен талқылау.** Шоктас құм кен орнын барлау жұмыстары геологиялық іздестіру негізінде жүргізілді. Егжей-тегжейлі барлау жұмыстары  $s \geq 30$  га жүргізілді. Ең жоғары шығыс және солтүстік-шығыс бөлігіндегі ең жоғары белгілер +410 м-ге жетеді. ~394 м ең төмен 10-3 бөлігінің ең төменгі белгілері. Сызықтар арасындағы қашықтық ~200 м. қазбалар арасындағы қашықтық-80 -125 м. Барлығы қума м =247,5 м жалпы санымен 27 қазба өткізілді. Қазылған тау-кен қазбаларының барлық ең үлкен терендігіне +381 м абсолюттік белгіге дейінгі участке. Эоценді шөгінділер құмнан, сазды цемент құмынан тұрады.

Зерттеу барысында құмдар келесі түрлермен сипатталады:

а) құрамында әртүрлі ірі құмды фракциялар мен қыыршық тас (10-40%) бар кварц, сүр және ашық сүр түрлі күкіртті құмдар, түрлі дәрежеде шаңды, кей жерлерде әктасты. Құмдар тығыз сақталған, әлсіз сцементтелген, қиғаш, қыыршықтас құмда көбінесе 1-5 см қуатты жұқа қабаттар түрінде жатыр. Құмдар аз қысылған, кей жерлерде қатты қысылған. Құм зертханалық зерттеулерімен негізінен төмендегі қөрсеткіштермен сипатталады: көлемдік салмағы 1.35-1.5. Жұқтеу кезінде жоғалту мөлшері 5-10%. Көлемнің өсуі (ісіну) 2-10 %. SO<sub>3</sub> құрамы 1% - дан кем.

б) кварц, сүр және жасыл-сүр құмдар біркелкі емес, қатты шаңды, кей жерлерде ұсақ қыыршық тас қоспасы бар. Құмдар тығыз қалыптасқан, әлсіз сцементтелген, қиғаш, кей жерлерде алеврит-сазды құмдар мен саздың қабаттарын содаржат. Құмдар жиі гипс тәрізді және әктасты. Келесі қөрсеткіштермен сипатталады: көлемдік салмақ 1.15-1.3, жүктелу кезіндегі жоғалту 7-25% көлемнің өсуі 5-20%, SO<sub>3</sub> құрамы 1% дейін, айырмашылықтары 1% жоғары (кесте 1-3, сурет 1).

в) сары және қызыл қоныр құмдар жиектелген, жіңішке түйіршікті, сазды әктастас құмдар, жиі танымал цементпен және борпылдақ құмдармен әрекеттеседі. Жиі саз және алеврит-сазды құмдардың жұқа қабатымен араласады. Құмның түсі ашық болады, ал құрамы кварциты болады. Құмдардың арасында қара құмдардың қабаттары мен линзалары бар. Сүрек сыйықтарының және ағаш өсімдіктерінің жапырақтары іздерінің болуы тән. Куат Шығыс және онтүстік-шығыс бағыттарында 20-дан 50 метрге дейін өседі.

**1-кесте. Гравийдың гранулометриялық құрамы**

Фракция, мм	Құрамы, %	Минималды/ Максималды	Орташасы
2,5	4,74	19,36	8,7
1,25	10,51	36,62	20,00
0,63	14,44	63,14	28,8
0,315	37,24	84,37	47,5
0,14	64,44	91,68	87,7
0,14	12,6	35,57	26,3

Көлемдік үйінді массасы 1,230–1,510 (орташа 1,375 г/см<sup>3</sup>): тығыздығы 2,64–2,70 г/см<sup>3</sup>; ірлік модулі 1,4–3,1 (орташа 1,91), саз, лай және шаң бөлшектерінің құрамы 4,5–48,9% (орташа 8,75%).

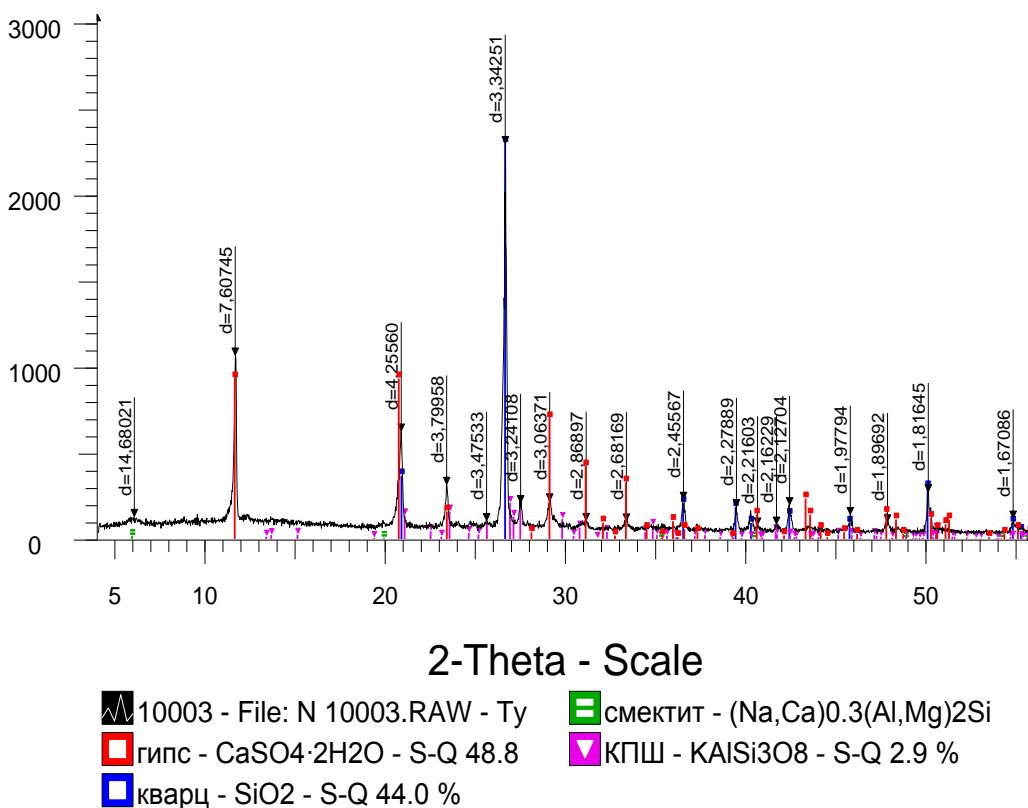
**2-кесте. Қабатаралық қашықтық және фазалық құрам (№ 10003сынама)**

№	d, Å	I %	Минерал
19.	14,68021	5,7	смектит
20.	7,60745	46,5	гипс
21.	4,25560	27,3	кварц
22.	3,79958	13,8	гипс
23.	3,47533	4,6	КПШ
24.	3,34251	100,0	кварц
25.	3,24108	9,2	КПШ
26.	3,06371	9,6	гипс
27.	2,86897	4,7	гипс
28.	2,68169	4,5	гипс
29.	2,45567	10,0	кварц
30.	2,27889	8,2	кварц
31.	2,23524	7,1	кварц
32.	2,21603	3,5	гипс
33.	2,16229	3,8	КПШ
34.	2,12704	8,7	кварц
35.	1,97794	6,2	кварц
36.	1,89692	4,3	гипс
37.	1,81645	11,9	кварц
38.	1,67086	5,2	кварц
39.	1,65866	3,0	кварц

Ескерту: Барлық келтірілген дифракциялық шындар жоғарыда көрсетілген фазаларға ғана тиесілі. Қатысуышы фазаларды сәйкестендіруге мүмкіндік беретін тән дифракциялық рефлекстер белгіленді.

**3-кесте. Жартылай сәулелі рентгенофазды талдау нәтижелері**

Минералдың атауы	Формула	Концентрация, %
гипс	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	48,8
кварц	SiO <sub>2</sub>	44,0
смектит	(Na,Ca) <sub>0,3</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> ·xH <sub>2</sub> O	4,3
КПШ	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	2,9



1-сурет. Дифрактограмма (№ 10003 сынама)

**Қорытынды.** Құрылым материалдары құрамында, құрылымска арналған участекерді шаю үшін, құм бүріккіш өндіреу үшін, жол, үйінді салу кезінде, түрғын үй құрылышында қайта көмү үшін, аула аумактарын абаттандыру кезінде, қалау ерітіндісін өндіру кезінде, сылақ және іргетас жұмыстары үшін кеңінен қолданылады, бетон өндірісі үшін пайдаланылады. Темір-бетон бұйымдарын, беріктігі жоғары бетон өндіру кезінде, сондай—ақ тротуарлық плиткаларды, бордюрлерді, құдық сақиналарын өндіру кезінде ірі түйіршікті құм пайдаланылады (ірлік модулі 2,2-2,5). Ұсақ құрылым құмы жабу ерітінділерін дайындау үшін қолданылады. Сонымен қатар, құм шыныны дайындаудағы негізгі компонент болып табылады. Құрылым өзен құмы әртүрлі сәндік (арнайы құрылымдық жабындарды алу үшін түрлі бояғыштармен араласады) және дайын белменің әрлеу жұмыстарында кеңінен қолданылады. Ол сондай-ақ жол салу және төсеуде (оның ішінде аэродромдар салу үшін), сондай-ақ суды сұзу және тазалау процестерінде пайдаланылатын асфальтбетонды қоспалардың құрамас бөлігі болып табылады. Кварц құм арнайы және жалпы мақсаттағы дәнекерлеу материалдарын дайындау үшін қолданылады. Жуылған құмдар құрамы бойынша құмдарды өндедін технологиялық тізбегінде неғұрлым проблемалық болып табылатын кетіру жүргізуді талап етеді, себебі кетіру әсерлерінің қарқындылығы ұлғаюымен қоспаларды жою процесі қарқынды емес, құм фракцияларының шығуының азаюына алып келеді, бұл үстінгі кабықшалар мен шламды қоспалар түрінде емес, кварц матрицасында зиянды тотықтардың таралуына байланысты болуы мүмкін. Тұастай алғанда, барлық кен орны бойынша құрамында 90% - дан жоғары кремний тотығы бар құм алуды, құрамында 6-7% алюминий тотығы мен 0,2% темір тотығы бар құмдарды байту кезінде орташаландыратын технологияларды пайдалану кезінде күтіп түрған жөн.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Швец П. И., Глинкин В. А., Титов Ю. А. Заполнители // Справочник строителя-отделочника. — Москва: Рипол Классик. — С. 9—10. — 303 с. — ISBN 9785458250559.
- [2] Deutsche Welle 24.08.2018 [Дефицит песка в мире? Это реальность](#)
- [3] Севедж К. Минералы и самородные металлы чёрных песков // Минералогическая энциклопедия / Под ред. К. Фрея. — Л.: Недра, 1985. — С. 178—185. — 512 с.
- [4] Радиоактивные пески на пляжах Азовского, Чёрного и Белого морей. Доклад проф. Федосеева В. М., проф. Бекмана И. Н., Рязанцева Г. Б., Хаскова М. А.
- [5] Рязанцев Г. [Чёрные пески Азова](#) // Наука и жизнь. — 2011. — № 11. — С. 62—63.

Курбаниязов С.К., Мамадиев М.Д., Изенбаев Б.Ж., Эбдімұтәліп Н.Ә., Беасарова Ш..

**Исследование песков месторождения Шоктас, пригодных для использования в строительной отрасли**

**Резюме.** В статье приведена характеристика аллювиальных Песков месторождения Шоктас. Для них характерен тип длинно-линзовых залежей, длина которых достигает нескольких километров, доля которых составляет до десяти метров. По разрезу зерновой и минеральный состав гравийно-песчаного материала обычно не выдержан. Сортировка материала перелома разнообразна: на горных участках рек наименьшая и самая большая в равнинных участках и дельтах рек. Аллювий горных рек представлен в основном крупным ломочным материалом, Речно – гравийно-галактическим материалом в предгорьях, равнинными реками и дельтовыми песками и гравийно – песчаными смесями. Залежи песка и песчано-гравийного материала, образующиеся в современных руслах и поймах рек, имеют временный характер с перемещением в пространстве, изменением их формы и размеров. Минерально-петрографический, химический состав, соотношение различных по крупности фракций, алеврит, пелит, состав органических и других примесей, физико-механические и другие свойства определяют возможность и рациональное направление использования песка и гравия в какой-либо отрасли промышленности в натуральном или обогащенном (вымытом, классифицированном, фракционированном) виде.

**Ключевые слова:** песок, щебень, строительный материал, алеврит, аллювиал, кварц, минерал, мел, фракция.

ӘӨЖ 550.8

**<sup>1</sup>М.Д. Mamadiyarov, <sup>2</sup>S.K. Kurbaniyazov, <sup>1</sup>B.Zh. Izenbaev, <sup>2</sup>N.A. Abdimytelip.**

(<sup>1</sup>People's Friendship University named after A.Kuatbekov Shymkent, Republic of Kazakhstan,  
mmd\_64@mail.ru

<sup>2</sup>International Kazakh-Turkish University named after HA Yassawi Republic of Kazakhstan Turkestan  
saken\_geo@mail.ru)

**PROPERTIES AND APPLICATION OF KAOLIN CLAY**

**Abstract.** This article presents the origin of kaolin clay, the field of use in the national economy, physical and chemical properties with brand names and the percentage of exporting countries of the world.

**Key words:** kaolin, clay, mineral, export, aggregate, physical and chemical properties

**<sup>1</sup>М.Д. Мамадиев, <sup>2</sup>С.К. Курбаниязов, <sup>1</sup>Б.Ж. Изенбаев, <sup>2</sup>Н.Ә. Эбдімұтәліп,**

(<sup>1</sup>Акад. А.Куатбеков атындағы Халықтар достығы университеті Қазақстан Республикасы, Шымкент  
mmd\_64@mail.ru

<sup>2</sup>К.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ – түрік университеті Қазақстан Республикасы, Түркістан  
saken\_geo@mail.ru )

**КАОЛИН ЛАЙЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРИ МЕН ҚОЛДАНУ АЯСЫ**

**Аннотация.** Бұл мақалада каолин сазының жаратылысы, халықшаруашылығындағы пайдалану аясы, дүние жүзіндегі экспорттаушы мемлекеттердің пайыздық құрамы мен брендтік маркаларымен физикалық, химиялық қасиеттері көрсетілген.

**Кілтті сөздер:** каолин, саз, минерал, экспорт, агрегат, физика, химиялық қасиеттері

Каолин - ақ саз, минералды каолиннің тұрады. Граниттерді, гнейстерді және басқа да тастарды (бастапқы каолинді) бұзу кезінде пайда болады. Бұдан басқа, каолин слюдалы-дала шпатты минералдардың үтілуінен немесе гидротермальдік өзгерістерге ұшырауынан түзіледі. Каолин алғашқы (түзілген орнында сакталған) және туынды (басқа жерге ауысып шөккен) болып екі түрге бөлінеді. Алғашқы каолиннің ірі кен орындары төменгі мезозойдың үтілу қыртыстарында шоғырланған. Алғашқы каолиндерді жуу нәтижесінде олардың шөгінді жыныстар түрінде қайтадан пайда болуы - қайтала маңа каолиндер, сонымен қатар «каолин саздары» деп аталатын түрлері пайда болады. Оларда тау жыныстарының бастапқы құрылымы сакталған. Туынды каолин линза, қабат түрінде кездеседі. Олар жер бетіне жақын орналасқандықтан, ашық әдіспен игеруге ыңғайлы. Өндөлмеген каолиннен отқа төзімді материалдар дайындалады. Өндірістің басқа салалары үшін каолин байытылады. Байытылған каолиннен фарфор және фаянс бұйымдары жасалады, сондай-ақ, кағаз, резина, парфюмерия, химия өнеркәсіптегінде, медицинада кеңінен қолданылады. Қазақстанда каолиннің Алексеевское, Елтай (Ақмола облысы) кен орындары игерілуде.

Табиғи ортада каолиндік плиталар «қітапшалар» немесе «қадалар» түрінде болады. Бұл заттың бір бөлшегі ретінде оттегі және гидроксильді бетке ие, сондыктан көрші бөлшектермен жақсы байланысады. Осыған сәйкес, каолин қабаттарын болуге арналған жұмыс силикаттары (слюда және тальк) бар басқа тегіс толтырыштар үшін бірдей жұмысқа қарағанда қындау болып келеді. Каолин суда ерігіш болып табылады, сусыз қолдану үшін матризамен байланысқан беттік өндөуімен жақсы орындалады. Каолин бөлшектердің жұқа дисперсиясы бар материал болғандықтан, ол қабатты және химиялық инертті, сол үшін бояуға арналған функционалды толтырыш болуға лайықты. Каолин су дисперсиясының (10%) сәл қышқылдық немесе бейтарап pH (pH) бар және аталған бөлшектердің мөлшерінің таралуымен қамтамасыз етіледі.

Каолин лактар мен бояулар өндірісінде толтырыш ретінде қолданылады (слюда, хлорит, кварцтың минералды қосындыларынан жуылады). Тегіс құрылымы бар бұл зат физикалық қасиеттерге емес, көрнекі жабу үшін қолданылады, ол полярлы емес органикалық сұйық заттар мен қарапайым судың көмегімен сулануы мүмкін. Бояулар мен лактарға арналған толтырыш алу үшін каолинді өңдеу келесі кезеңдерден өтеді: ұсактау, ұнтақтау, байыту, жіктеу. Бұл толтырыш көптеген өнеркәсіптік өнімдердің құрамдас бөлігі болып табылады:

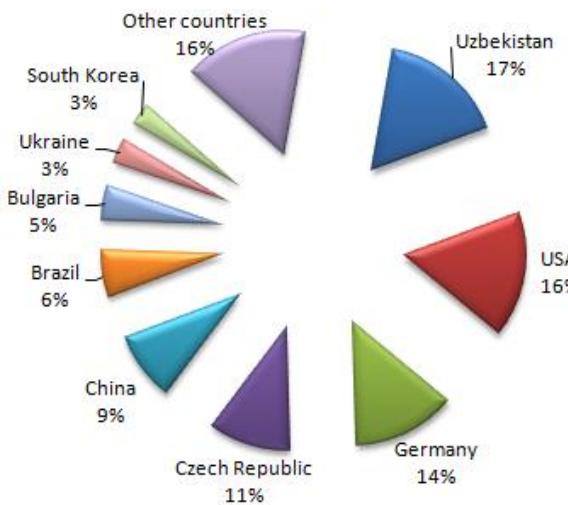
- сылақ,
- кеуекті агрегат, майлы негізіндегі бояулар және су эмульсиясы,
- коррозияға қарсы қорғау қабаттары.

Каолин өзінің табиғатына байланысты сазды болғандықтан, оның қабаттары жер қыртысының жоғарғы қабатында орналасқан және негізінен ашық әдіспен (ашық шұнқырлармен) өндөледі (байытылады). 5 млн. тоннаға дейін қорлары бар кеніштер кішігірім категорияларға жатқызады. Коры 30 млн. тоннадан асатын кеніштер үлкен болып есептеледі.

Байытылған каолин қазіргі заманғы көптеген салаларда шикізат ретінде пайдаланылады:

- керамикалық (фарфор және фаянс өнімдері);
- электрлік (окшаулағыштар, отка төзімді материалдар);
- қағаз (қағазды толтыру және жабу);
- химиялық (резенке, пластмасса, жасанды былғары, линолеум, маталар, қарындаштардың сабы үшін);
- косметикалық (кремдер, пасталар, майлар, ұнтақ, сабын);
- фармацевтикалық (терапиялық препараттарға арналған қосылыстар).

Каолин кен орындарының географиясы өте кең: АҚШ (Джорджия, Кентукки және Теннеси штатында), Ұлыбританияда (Корнуолл және Девоншир), Франция (Лимогестің оңтүстігі), Германия (Кемлиц, Моггельн және Мейсен), Чех Республикасы (Карловы Вары ауданы), Қытай (Тунг-Сианг). Сонымен қатар Испания, Португалия, Финляндия, Украина, Казахстан, Ангола және Кения мемлекеттері де каолинге ие. Ресейде каолин Екатеринбург пен Челябинск облыстарында, Мәскеу және Оралда да өндіріледі (сур.1).

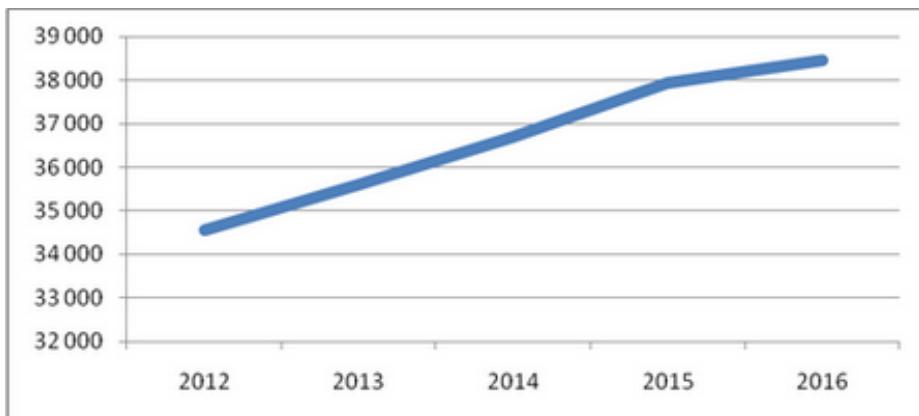


1-сурет. Каолинді мемлекеттер бойынша өндіру, 2011 ж

Байыту процесі кенінен алынған таза каолинитты окшаулау, ірі дала қоспалары мен бояғыш оксидтерді жою мақсатында жузеге асырылады. Нәтижесінде ұнтақ диспергирленген каолин ұнтағын алады, онда құрамында каолинит 90-95% дейін артады. Каолинді алушың екі жолы бар: құрғақ және дымқыл. Олардың әрқайсысының өз артықшылықтары мен кемшіліктері бар, бірақ екеуі де,

нәтижесінде өнімнің сапасына және өндірістің техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне оң әсерін тигізетін каолин массасының құрамы мен технологиялық сипаттамаларының біртектілігін жақсартуға ықпал етеді.

Өзбекстан, АҚШ және Германиядан келген компаниялар әлемнің басқа елдерімен салыстырғанда ең көп каолинді өнім шығарады. Осылайша, 2011 жылы жогарыда аталған елдердің жалпы өндірісі 15,5 млн. тоннаға жетті (сур.2).



**2-сурет.** Әлемдік каолин нарығына 2016 жылға дейін өсу болжамы, тонна

#### Каолин маркалары:

1. Қалыпты каолиндер, құрылымдық түрде өзгермейді және кристалды суды сақтай алады. Олар жуылады және сазды сулы ерітінділерде ерітіп, артық компоненттерден құтылу және бөлшектердің мөлшерін қажетті бөлу үшін центрифугаға орналасады. Тазартудан кейін алынған сусpenзия сусыздандырылып, кеүіп болған соң құргақ затқа шоғырланған түйіршіктер түрінде алынады. Мұндай маркалар олардың ақ түстерін жақсарту үшін өнделуі керек.

2. Деламиирленген каолин жұмысқа сазды жуып болған соң түзілген ірілі түйіршіктер бөлшектерін ықсылаудан өнделген түрі. Осыдан кейін каолин кең, жұқа табақшаларға бөлінеді, оның жарықтығы, жарық шашырауы және кедергі қасиеттері жақсарады.

3. Құргақ маркалы каолиндерді артық компоненттердің санын азайту және олардың параметрлер бойынша іріктелуі үшін ауа жіберу арқылы бөлінеді. Бірақ бұл белгілер мен айқын абразивті ерекшеліктерге байланысты өте аз қолданылады.

4. Кальцийқұрамды каолиндер жуылған және ағартылған каолинді қыздыру арқылы шығарылады. Тәмен температурадағы кальцинация гидроксидтік құрылымдарды жояды және аморфты метакаолинді (су жоғалтумен) шығарады. Бұл нақты салмақты азайтады, беріктігін, кеуектілігін, дисперсияны және жарықтың белсенділігін арттырады. Жұз пайыздық кальциленген балшық мың градус Цельсийден мың бір жұз елу градуска дейін қызғанда пайда болады. Қажет болған жағдайда, жарық шашырау мен жарықтылық тенгерімін кальцинаттауда қолданылатын температура, жылу жылдамдығы мен ағындардың көмегімен өзгертуге болады. Каолин қаптаудың көрнекі қасиеттеріне қатты әсер еткендіктен, кальцийнирленген каолиндер кең диапазонда ұсынылған, бұл силикаттардың басқа функционалдық толтырыштары туралы айттылмайды (кесте 1-2).

#### 1-кесте. Каолиннің маркалары және олардың қасиеттері

Каолиндер түрлері	Жуылған	Деламиирленген	Кальцинирленген	Құргақ ұнтақталған
Сыну коэффициенті	1,56	1,56	1,62	1,56
Салыстырмалы салмағы, г/см <sup>3</sup>	2,58	2,58	2,50-2,68	2,58
Қаттылығы	2	2	3-4	2
Жарықтығы GE	80-92	86-92	84-97	65-75
Бөлшектердің орташа көлемі, мкм	0,2-4,8	0,4-10	0,8-2,9	0,3-4,8

Каолиндер түрлері	Жуылған	Деламинирленген	Кальцинирленген	Күрғақ ұнтақталған
Майлы беті, г / 100 г	30-45	40-45	50-95	30-40
Салыстырмалы беті, м2/г	5-20	6-20	8-16	15-24
pH , 10% дисперсия	3,5-8,0	6,0-8,0	5,0-6,0	4,0-6,5
Бөлшектер пішіні	пластина / кітапша	пластина	пластина	пластина / кітапша

2-кесте. Каолин маркаларын салыстыру

Атауы	АҚ "Дніпроакоалин" (Україна) КВФ-90-1	Thiele Kaolin Co (АҚШ) KAOCALR	Dorfner GmbH (Германия)		ЖАҚ "ГЕОКОМ" МИКАОР		
			DORKAFILLR H	DORKAFILLR 60 0	04-98	03-98	02-98
Елеуіштегі қалдықтың массалық үлесі №0045, %	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00

Бөлшектердің медианды диаметрі (Микросайзер-201А), мкм

Орташа (D50)	1,5	1,6	5,2	2,9	4	3	2
Максималды (D98)	12,1	8	26	18	22	17	10
Минималды (D10)	0,6	0,5	2,0	1,0	1,1	1,0	0,7

Түстер бойынша бағалануы

Ақтығы CIELab (ISO 787/1, C/2°), %	95,0	99	97,2	97,4	98,5	98,5	98,5
Жарықтығы DIN 53163 (Ry, C/2°), %	93,9	99	96	96,5	99,3	99,3	99,3
Жарықтығы ISO 2470 (R457), %	89,0	97	92	93	96,5	96,5	96,5
Ақтығы ISO 11475 (D65/10°), %		92,5	85	86	92	92	92
Сарғыштығы ASTM D1925-70 (C/2°), %	8,3	3,5	4,3	4,2	3,2	3,2	3,2
Майлылық беті ISO 787/5, г/100г	45	62	56	61	38	41	52

Үлкен ғылыми және тәжірибелік қызығушылықты - байытылмаған сілтілі каолиннің фарфор өнімдерін өндіруде қолдануда туғыздады. Каолиннің химиялық құрамының бұл ерекшелігі өнімдерді қүйдіру кезінде сұйық фаза көлемінің үлгаюына ықпал етеді және агломерация процесін қүштейтеді. Қүйдіру температурасын төмендету және жоғары ақтығы бар өнімдерді алу, бәсекеге қабілетті өнім өндіруде маңызды факторлардың бірі болып табылады. Бұл мәселені шешудегі мәселелерінің бірі, жұмсақ фарфордан жасалған жоғары қасиеттерге сәйкес келетін төменгі балқытатын глазурді дамыту болып табылады. Бұл жоғары сапалы қасиеттер мен ақтығы ғана емес, сондай-ақ төмен шығындарға ғана ие фарфор массалары мен глазурдік композициялар негізінде фарфор өнімдерін алуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Масленникова Г.Н. Идентификация соединений железа в глиносо-держащих материалах / Г.Н. Масленникова, Р.А. Халиуллов, Ю.Т. Платов // Стекло и керамика, 1999. - №2. - С. 12-15.
- [2] Голованова С.П. Физическая химия в технологии художественной обработки материалов / С.П. Голованова. — Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. — 116 с.
- [3] Мороз И.И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий: Учебник для техникумов / И.И. Мороз. М.: Стройиздат, 1984. — 334 с.

Мамадиев М.Д., Курбаниязов С.К., Изенбаев Б.Ж., Әбдімұтәліп Н.Ә.

**Свойства и область применения каолиновой глины**

**Резюме:** В статье представлены происхождение каолиновой глины, область использования в народном хозяйстве, физические, химические свойства с брендовыми марками и процентным составом экспортующих стран мира.

**Ключевые слова:** каолин, глина, минерал, экспорт, агрегат, физика, химические свойства.

УДК 504.3.054

**E. Zhumay, A.S. Kurmanbaeva, A.T. Khusainov, A.A. Agaydarova,  
Z.E. Bayazitova**

(Sh. Ualikhanov Kokshetau State University, Kokshetau, Kazakhstan  
e-mail: aygul6868@mail.ru)

**ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF WHITE LAKE (AKKUL)  
OF THE STATE NATIONAL NATURAL PARK KOKSHETAU**

**Abstract.** The article considers White Lake (Akkul) located in the territory of the Kokshetau state national park of the Kazakhstan Republic. Based on 6-year data of hydrophysical and hydrochemical indicators, the ecological state of the water was assessed. Slight excesses of maximum permissible concentrations for some polluting chemicals were revealed.

**Keywords:** national park, lake, ecological state, pollution, environment.

**Е. Жумай, А.С. Курманбаева, А.Т. Хусаинов,  
А.А. Агайдарова, З.Е. Баязитова**

(Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан  
E-mail: aygul6868@mail.ru)

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА БЕЛОЕ (АККУЛЬ)  
ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА КОКШЕТАУ**

**Аннотация.** Рассматривается озеро Белое (Аккуль) расположено на территории государственного национального парка Кокшетау Республики Казахстан. На основе 6-летних данных гидрофизических и гидрохимических показателей проведена оценка экологического состояния водного объекта. Выявлены незначительные превышения предельно-допустимых концентраций по некоторым загрязняющим химическим веществам.

**Ключевые слова:** национальный парк, озеро, экологическое состояние, загрязнение, окружающая среда.

**Введение.** На нашей планете имеются огромные ресурсы поверхностных вод, однако распространены и используются водные ресурсы крайне неравномерно. Проблема водных ресурсов, их сокращение и загрязнение – одна из главных в жизни современном мире. Велико значение малых озер как источников рекреационных ресурсов и сосредоточия биологического разнообразия. При этом они являются наиболее уязвимыми к антропогенному воздействию водными объектами [1].

Главной задачей национальных парков является сохранение уникальных природных комплексов, помимо этого они предназначены для рекреационных целей и экологического просвещения. Национальный парк Кокшетау был организован в апреле 1996 года. Он охватывает территории двух районов: Зерендинского района Акмолинской области и Айыртауского района Северо-Казахстанской области и состоит из 6 структурных территориальных подразделений, занимает площадь в 182076 га. В Национальном парке насчитывается около 24 озер. Наиболее крупные озера Зерендинское, Имантау, Шалкар, Белое (Акколь), Байсары, Косколь, Айыртау. Группа

озер представляют собой своеобразный природный стабилизатор экологической обстановки в регионе, поддерживая гидрологический режим территории.

Актуальность исследований экологического состояния озер ООПТ в современных условиях не вызывает сомнений. В связи с глобальным ростом дефицита природных вод особую важность приобретает проблема рационального использования, охраны и восстановления ресурсов озерного фонда. Уровень хозяйственного использования не отвечает потенциальным возможностям водоемов. Основная причина - недостаточная изученность озер, неудовлетворительная организация озерного хозяйства (экстенсивный характер использования). Озера являются не только важным звеном гидрологической сети в северном регионе, но и источниками питьевой воды, местом размножения и отдыха водоплавающих птиц, средой обитания рыб [2].

Проблема сохранения качества вод Северного Казахстана, в условиях возрастающего с каждым годом антропогенного воздействия является, актуальной из-за небольших размеров озера обладают слабой способностью к самоочищению. Ухудшение состояния озер оказывает негативное воздействие на экологическую ситуацию в национальном парке, также они могут служить индикаторами долговременных изменений водных объектов под влиянием антропогенной нагрузки.

Несмотря на широкое использование природных богатств озер, они до сих пор изучены далеко недостаточно. Исследования озер самим национальным парком не выходили за рамки систематического наблюдения за их режимом и только в некоторых случаях проводились специальные гидробиологические работы, необходимость которых возникала в связи с биотехническими мероприятиями в области рыбного хозяйства. Постоянный мониторинг состояния экосистемы отсутствует. Совершенно не изучена биология, численность и поведение непромысловых рыб, которые являются важным компонентом в биоценозах озер.

Первые исследования водоемов Акмолинской области были проведены в связи с поисками источников водоснабжения для вновь возникающих населенных пунктов (1895-1904 гг.) [1,2]. Результаты этих работ опубликованы в трудах руководителя экспедиции И.И. Жилинского [3]. Он описал реки и озера Ишимской степи и Kokчетавской возвышенности. Дальнейшие эпизодические исследования озер проводились экспедициями Переселенческого управления и Русского географического общества (далее РГО). В 1904 и 1907 гг. экспедиции географического общества по исследованию рек Kokчетавского района возглавлял В.Ф. Пиотровский. Результаты его работ опубликованы в изданиях географического общества [4]. Наиболее значительное участие в работе экспедиции принимал Западно-Сибирский отдел РГО. Различные физико-географические аспекты озер Акмолинской области выявили Т.И. Мальков и А.И. Успенский [3].

С конца 30-х годов наряду с курортным значением Kokчетавских озер обращается внимание на рыбное богатство. Первые работы по изучению рыбных запасов были проведены Московским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства [4]. В числе наиболее значительных работ предвоенных лет следует особо отметить паспортизацию водоемов, проведенную Народным комиссариатом водного хозяйства.

В послевоенные годы продолжаются гидрологические исследования озер. Я.И. Тычино сравнив гидрологические особенности озер Северного Казахстана и юга Западной Сибири, пришел к выводу об их климатической общности, что находит выражение в общности колебания уровня озерных бассейнов. Это направление исследований развел А.В. Шнитников. На основании критического анализа обширного материала он установил закономерности изменения уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана за период около 200 лет. Полученные выводы имеют большое значение в рыбном хозяйстве.

Особый интерес к водоемам Акмолинской области вызвало освоение целинных и залежных земель. В связи с организацией новых целинных хозяйств возник вопрос о водоснабжении населенных пунктов, поэтому для исследования поверхностных вод районов целинных и залежных земель Государственный гидрологический институт организовал комплексные экспедиции. Полученные обширные материалы были опубликованы под названием «Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель» [5].

В 1955 г. в озерно-речных водоемах Акмолинской области гидробиологические и ихтиологические исследования провела экспедиция Института зоологии АН КазССР [1]. В статьях участников экспедиции наряду с физико-географическим очерком даются гидрохимическая и гидробиологическая характеристика ряда озер.

В середине 60-х годов начинаются широкие бонитировочные исследования озер Акмолинской области [2]. Подробно изучаются гидрологический, гидрохимический режимы, кормовая база озер,

ихтиофауна. Активное участие в исследованиях принимает Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства. Сотрудниками КазНИИРХ проводятся углубленные исследования озер по отдельным научным разделам. Н.А. Амиргалиев с сотр. изучает гидрохимический режим и первичную продукцию многих озер [2]. Вопросами гидробиологии занимается А.Г. Диканская, А.С. Фокина [3]. Биологию рыб изучают В.И. Ерешенко, А.И. Горюнова, А.М. Самонов, Л.И. Фролова, Н.Ф. Лысенко, Л.И. Фролова.

В 70-е годы начинается новый этап изучения водоемов Северного Казахстана. Основная цель – подбор водоемов для организации на них озерно-товарных рыбных хозяйств (ОТРХ). Озерно-товарные хозяйства являлись новым типом предприятий, призванных заниматься улучшением рыбохозяйственного использования озер путем коренного преобразования в них ихтиофауны и сочетания промышленного рыбоводства и рыболовства. Большое участие в исследованиях приняла сотрудник КазНИИРХ А.И. Горюнова. Под ее руководством в 1973 - 1975 годах детально обследованы озера в Kokчетавской, Целиноградской и Кустанайской областях и даны рекомендации по организации ОТРХ на некоторых водоемах [3]. В середине 70-х годов начинается бурное развитие рыбной промышленности Северного Казахстана. Создаются рыбопитомники, строятся инкубационные цехи (Петропавловский, Зерендинский, Зеленовский). Меняется характер научных исследований. Основная цель – поиски путей перехода рыбной отрасли от экстенсивных форм ведения хозяйства к интенсивным. Для научного обеспечения рыбохозяйственной отрасли и приближения науки непосредственно к основным рыбодобывающим предприятиям Северного Казахстана в г. Петропавловске в 1976 г был открыт Северо-Казахстанский опорный пункт КазНИИРХ, который через год был реорганизован в Северо-Казахстанскую комплексную рыбохозяйственную лабораторию. В эти годы были проведены исследования по различным направлениям озерного рыбоводства [5].

С 1986 по 1987 гг. Северо-Казахстанским отделением КазНИИРХ проведена большая работа по изучению экосистем водоемов Акмолинской области. С 2006 года по настоящее время проводятся исследования озер Акмолинской области сотрудниками Северного филиала «КазНИИРХ».

Из приведенного обзора научных материалов видно, что последние масштабные исследования по инвентаризации водоемов Акмолинской области проводились лишь в 60-х годах прошлого столетия. За более чем 50 лет данные сведения устарели и потеряли свою значимость, так как многие водоемы пересохли и попросту исчезли, другие превратились в водно-болотные угодья и не имеют значения для рыбного хозяйства. В связи с этим в настоящее время нет достоверных сведений о точном количестве водоемов национального парка Kokшетау Акмолинской области и их экологическому состоянию.

**Цель исследований:** оценка экологического состояния озера Белое (Аккуль) Государственного национального природного парка «Кокшетау» на основе многолетних данных гидрохимического и гидрофизического анализов.

**Методы исследований.** Экологическое состояние озера Белое (Аккуль) было оценено по многолетним данным лабораторных исследований. Отбор проб воды проводился в соответствии с межгосударственным стандартом СТ РК ГОСТ Р 51592 – 2003. Гидрофизические показатели определяли в соответствии: запах по ГОСТ 3351-74 - органолептическими методами; цветность по ГОСТ 31868-2012 - метод визуального определения цветности (метод А); мутность по ГОСТ 3351-74 п.5 - фотометрическим методом [3].

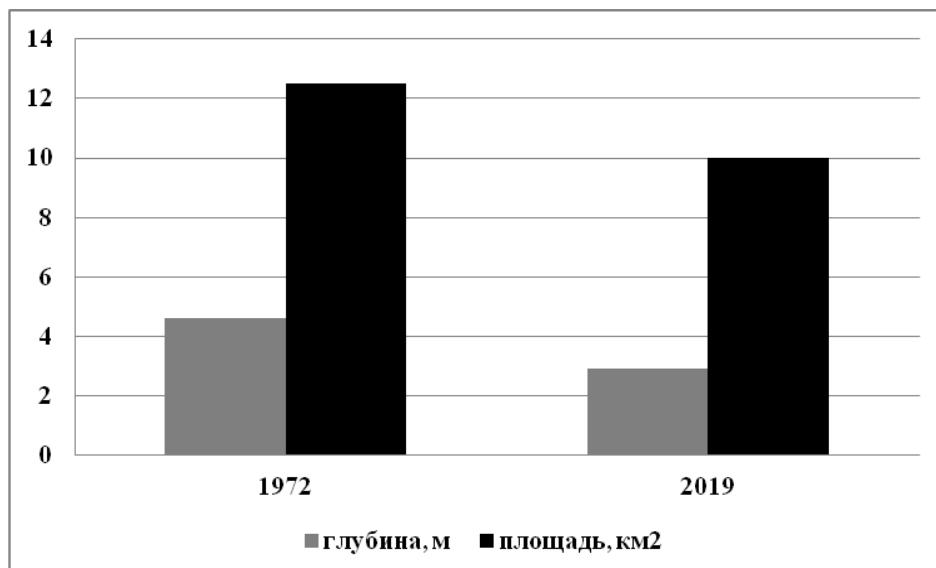
Гидрохимические показатели определяли в соответствии с ГОСТ 26449: рН среды – электрометрическим методом; диоксид углерода, калий, натрий, нитраты - методом потенциометрического титрования; кислород растворенный, минерализацию по сухому остатку, перманганатную окисляемость, гидрокарбонаты, карбонаты, хлориды - титрометрическим методом; сульфаты, кальций, магний, жесткость общую – комплекснometрическим методом; хром (III) – фотоколориметрическим методом, нитриты по М 01 – 46 – 2013 флуориметрическим методом; железо общее, цинк, свинец, кадмий, медь, кобальт, марганец, молибден, никель, хром, серебро, стронций, бериллий – методом беспламенной атомно-абсорбционной спектрометрии с использованием спектрометра «МГА - 915» [4].

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Озеро Белое (Аккуль) находится в восточной части Айыртауского района в 17 км юго-восточнее с. Лобаново [5]. На южном берегу расположено с. Заря, на северо-восточном – с. Альжанка. Котловина озера хорошо выражена и имеет округлую форму. Берега умеренно высокие, с западной стороны покрыты сосново-березовым лесом, здесь наблюдаются выходы коренных пород в виде

валунов. Ихтиофауна озера представлена только вселенцами: рипусом, пелядью, сигом и карпом. Аборигенные виды отсутствуют, так как размножение их в воде с высокой минерализацией невозможно. Площадь озера и его глубины имеют тенденцию к сокращению (рисунок 1).

По данным исследований 1972 г., площадь озера составляла 12,5 км<sup>2</sup>, глубина – 4,6 м. В настоящее время его площадь около 10 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 3,5 м, средняя 2,9 м. По итоге в течение 47 лет площадь озер уменьшилась на 2,5 км<sup>2</sup> и глубина на 1,1 м. О постоянном сокращении площади водоема указывает наличие нескольких береговых валов, а также молодой сосновый лес, выросший на бывшем ложе озера. Грунты представлены песком (до глубины 1 - 2 м), черным илом с макрофитами и черным илом с серым наилком, занимающим большую часть дна.



**Рис. 1.** Изменение морфометрических показателей озера Белое (Аккуль)

По результатам гидрофизических показателей вода в озере Белое соответствует допустимым нормам, таблица 1. Можно отметить снижение показателей цветности и мутности в последние 3 года (таблица 1).

**Таблица 1. Гидрофизические показатели озера Белое (Аккуль)**

Наименование загрязняющих веществ	Единица измерения	Показатели по годам						Норма
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Запах	балл	нет	нет	нет	нет	нет	нет	не более 2
Цветность	градус	0	0	0	75,4	64,6	62,3	не нормируется
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	0	0	0	5,9	4,86	4,56	не нормируется

Гидрохимические исследования показали, что по степени минерализации оз.Акколъ относится к водоемам повышенной солености, преимущественно хлоридного класса, III типа [6]. Сумма ионов по наблюдениям 1999 года составляла 11,1 г/л, в то время как в 1983 г. она была значительно меньше – 6,17 г/л. В настоящий момент по нашим данным этот показатель в 2014 году превышал ПДК в 5,49 раза, в последние годы превышение снизилось и в 2019 составило 1,37 ПДК. В соответствии с показателем минерализация по сухому остатку озеро Белое относится с 2015, 2017 – 2019 годах к 3 классу качества воды, но в 2014 и 2017 году относилось к 5 классу [Единая система квалификации] (таблица 2).

Наблюдается ежегодное снижение pH воды, так с 2014 года этот показатель с 8,94 (щелочные воды) изменился до 7,2 (нейтральные воды) в 2019 году (Таблица 2). При сопоставлении показателя pH с единой системой классификации качества воды в водных объектах, определенная pH в озере Белое соответствовало числовому значению в 2014 году 4 классу качества, в настоящее время 2 – 3 классам качества [Единая система квалификации].

Таблица 2. Гидрохимические показатели озера Белое (Аккуль)

Показатели	Единица измерения	Показатели по годам						ПДКрх
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
pH	ед.рН	8,94	8,87	8,49	8,89	7,6	7,2	6,0-8,5
Жесткость общая	мг-экв/дм <sup>3</sup>	38,4	14,5	22,7	11,8	9,8	9,3	не норм-ся (7 )
Диоксид углерода	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	<0,5	<0,5	не норм-ся
Кислород растворенный	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	7,3	7,1	не менее 4,0
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	63,95	92,72	81,5	63,93	59,6	54,6	не норм-ся
Карбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	144	0	0	7,6	<8	<8	не норм-ся
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	3151,68	259,7	140	448	426	422	300
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	730,27	700,93	1549,3	459,07	438	429	100
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	48,1	50	23,2	36	29,6	28,5	не норм-ся
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	437,76	144	259,2	120	111	108	40
Натрий	мг/дм <sup>3</sup>	1140	57,4	43,5	51,6	49,3	47,5	120
Калий	мг/дм <sup>3</sup>	320	152	271,2	242	229	224	не норм-ся
Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	0	0	1,85	0,25	2,8	2,5	40
Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0,059	0,31	0,02	0,6	1,1	1,07	0,08
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,011	0	0	0	0,08	0,09	0,1
Перманганатная окисляемость	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-	2,5	2,2	не норм-ся
Минерализация по сухому остатку	мг/дм <sup>3</sup>	5490	1412	2400	1490	1382	1377	1000

Это свидетельствует о повышении в водах гидрокарбонатов кальция и магния и снижении гидрокарбонатов и карбонатов натрия. Данный факт имеет большое значение, так как свидетельствует о закислении водоёма. От величины pH зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, изменяется токсичность загрязняющих веществ. В настоящее время этот показатель находится в пределах нормы, но тенденция закисления водоёма сохраняется, что вызывает опасения.

Выявленная повышенная жесткость воды так же подтверждает наличие магния и кальция, в последние годы этот показатель снижается от очень жесткой до жесткой. По содержанию растворенного кислорода озеро Белое можно отнести к умеренно-загрязненному водоёму, 3 класса качества. По единой системе классификации качества воды в водных объектах по данному показателю исследуемый водоем можно отнести к 5 классу качества, который является наихудшим и не может быть использованием для питья и разведения рыбы.

Содержание хлоридов варьировало от 3151,68 мг/дм<sup>3</sup> (2014 г.) до 422 мг/дм<sup>3</sup> в (2019 г.), что превышало ПДК соответственно от 10,5 ПДК до 1,4 ПДК. По единой системе классификации качества воды по данному показателю в 2015 году и в 2016 году водоем можно было отнести к 1 классу качества, то есть наилучшего качества. Но в последние годы этот показатель превышает норму, и водоем характеризуется 5 классом качества. Содержание сульфатов в водоёме варьировало от 429 мг/дм<sup>3</sup> до 1549,3 мг/дм<sup>3</sup>. В 2014-2015 гг. озеро Белое относилось к водному объекту 4 класса, в 2016 году – 5 класса. По кальцию класс качества воды – наилучший 1 класс, по магнию числовые значения варьируют от 108 мг/дм<sup>3</sup> до 437,76 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует 5 классу качества за весь период исследований. По натрию превышение ПДК наблюдалось в 2014 г. в 9,5 раза. С 2015 года этот показатель соответствует нормативным требованиям и не превышает ПДК. По нитратам показатели соответствуют допустимым нормам за весь период исследований. По нитритам в 2014 и 2016 гг. этот показатель соответствовал нормам, в 2015 г, 2017 – 2019 годах превышал ПДК от 3,8 до 13,7 раза. Класс качества водного объекта по данному показателю соответствует первому.

Оценка уровня загрязнения воды озера Белое (Аккуль) тяжелыми металлами показала, что содержание цинка, свинца, меди, кобальта, марганца, молибдена, никеля, хрома и стронция было в пределах допустимых норм за все годы исследования (таблица 3).

По показателям вышеназванных химических элементов озеро Белое можно отнести к водному объекту 1 класса качества. Содержание бериллия с 2014 по 2015 г. превышало ПДК в 10 раз, что соответствовало водному объекту 5 класса качества. В настоящее время содержание бериллия не превышает нормы.

Таким образом, морфометрические показатели озера Белое ухудшаются, гидрофизические показатели соответствуют нормам, но цветность и мутность воды повысились. По сумме ионов, минерализации, pH, количеству растворенного кислорода, содержанию хлоридов и сульфатов показатели превышают допустимые нормы, и числовые значения стандартов качества вод варьировали от 2 до 5 классов. Загрязнение воды бериллием, хлорид-ионами и магнием вызывают опасения. Остальные показатели в пределах нормы, по ним водный объект относится первому классу качества.

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в воде озера Белое (Аккуль), мг/л

Показатели	Содержание тяжелых металлов по годам						ПДКрх
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Цинк	0,0020	0,0007	0,0007	0,0560	0,1400	0,1200	0,01
Свинец	0,0025	0,0250	0,0025	0,0025	0,0090	0,0090	0,006
Кадмий	0,0010	0,0010	0,0030	0,0010	<0,0001	<0,0001	0,005
Медь	0,0023	0,0004	0,0014	0,0164	0,0600	0,07	0,001
Кобальт	0,010	0,023	0,001	0,015	0,001	0,0008	0,01
Марганец	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0080	0,007	0,01
Молибден	0,003	0,003	0,003	0,003	<0,001	<0,001	0,25
Никель	0,0008	0,0008			0,0030	0,0030	0,01
Хром (III)	0,120	0,012	0,014	0,012	<0,001	<0,001	0,02
Хром					<0,005	<0,005	не норм-ся
Серебро	0,3500	0,3500	0,0700	0,0035	<0,0050	<0,0050	0,05
Стронций	0,0420	0,1638			<0,001	<0,001	7
Бериллий	0,0020	0,0020			<0,0001	<0,0001	0,0002

#### Выводы:

Таким образом, по гидрофизическим и гидрохимическим показателям озеро Белое практически соответствует нормам предъявляемым к водоёмам рыбохозяйственного значения, в связи с этим данное озеро используется для разведения рыб, но превышение ПДК по некоторым выявленным загрязнителям вызывает тревогу и требует принятия природоохранных мер. Озеро Белое национального парка Кокшетау является, одним из наиболее посещаемых туристами, для сохранения привлекательности данного водного объекта необходимо постоянно контролировать его экологическое состояние.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коломин Ю.М. Озера Северо-Казахстанской области: справочное пособие. Петропавловск, 2004, С. 20-25.
- [2] [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31126647&doc\\_id2=31126647#pos=8;-103&pos2=0;0](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31126647&doc_id2=31126647#pos=8;-103&pos2=0;0)
- [3] Единая система классификации качества воды в водных объектах.- Утвержден приказом Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151
- [4] Курманбаева А.С., Хусаинов А.Т., Жумай Е. Экологическое состояние озера «Бурабай» государственного национального природного парка «Бурабай», научно-технический журнал «Новости науки Казахстана» 2019г, - выпуск № 3 (141) - С. 202.
- [5] Evtimova, V.V. Water-level fluctuations regulate the structure and functioning of natural lakes(Article) Freshwater Biology Volume 61, Issue 2, 1 February 2016, Pages 251-264
- [6] Phyu Phyu Aungab Yao Maoa Tianpeng Hua Shihua Qia Qian Tiana Zhanle Chena Xinli Xinga Metal concentrations and pollution assessment in bottom sediments from Inle Lake, Myanmar, Journal of Geochemical

Exploration// Volume 207, December 2019, December 2019, <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2019.106357>Get rights and content

[7] Renhua Yana, Yongnian Gaoa Lingling, LibJunfeng Gaoa Estimation of water environmental capacity and pollution load reduction for urban lakeside of Lake Taihu, eastern ChinaEcological Engineering, Volume 139, November 2019, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.105587>Get rights and content

[8] Ahmed El-Zeiny, Sameh El-Kafrawy. Assessment of water pollution induced by human activities in Burullus Lake using Landsat 8 operational land imager and GIS.- The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science.- Volume 20, Supplement 1, April 2017, Pages S49-S56 <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.10.002>Get rights and content

[9] Tongsheng Zhang, Panyan Wang, Yanzhi Sun. Research on Resource Protection for National Parks in China based on Goal Orientation and Value Perception.- International Journal of Geoheritage and Parks.- Volume 6, Issue 2, December 2018, Pages 72-85 <https://doi.org/10.17149/ijgp.j.issn.2577.4441.2018.02.005>Get rights and content

[10] Javier Sánchez, Pilar Mataa, Juana Vegas, Mario Morellónc, Juan Antonio Rodríguez Anthropogenic and climatic factors enhancing hypolimnetic anoxia in a temperate mountain lake.- Journal of Hydrology.- Volume 555, December 2017, Pages 832-850

[11] Deljanin, I.V.a, Antanasijević, D.Z., Pocajt, V.V., Perić-Grujić, A.A. Health hazards of heavy metal pollution.- aInnovation Center of the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade, Serbia.- January 2016, Pages 1-46

[12] UXL Encyclopedia of Water Science / Ed. K. L. Lerne, B.W. Lerner. – Vol. 1. – USA: Tomson Gale, 2005. – P. 113 – 122

[13] Хусаинов А.Т., Курманбаева А.С., Жумай Е. Лобаново көлінің экологиялық жағдайы және оны жақсарту жолдары 297 «Шоқан оқулары - 23» сборник материалов международной научно- практической конференции. Казахстан, Kokshetau, 2019. Т.6. – С. 297.

[14] Биологическое обоснование, паспортизация озёр, рекомендации по организации спортивно-любительского рыболовства и рыболовного туризма на водоемах ГНПП «Кокшетау» / Отчет о НИР СФ КазНИИРХ/ рук. Абдиев Ж.А; исполн: Жумай Е, Хамитова А.А. – Кокшетау, 2009. – С. 26.

Жумай Е., Құрманбаева А.С., Хусаинов А.Т., Агайдарова А.А., Баязитова З.Е.

**Көкшетау мемлекеттік үлттық паркіның ақкөл көлінің экологиялық жағдайын бағалау**

**Түйіндеме.** Қазақстан Республикасының Көкшетау мемлекеттік үлттық паркі аумағында орналасқан Белое (Ақкөл) көлі саналады. 6 жылдық гидрофизикалық және гидрохимиялық көрсеткіштер негізінде су объектісінің экологиялық жағдайы бағаланды. Кейбір ластаушы химикаттар үшін шекті рұқсат етілген концентрациялардың шамалы асып кетуі анықталды.

**Түйінді сөздер:** үлттық парк, көл, экологиялық жағдай, ластану, коршаған орта.

УДК 631.86:574/577

**<sup>1</sup>A.Zh. Akbasova, <sup>2</sup>Zh. Yessenbayeva**

(<sup>1</sup>Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkistan, Kazakhstan

<sup>2</sup>Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: esenbaeva.j@mail.ru)

## **VERMITECHNOLOGY - A MODERN METHOD FOR THE PRODUCTION OF INNOVATIVE MARKETABLE PRODUCTS**

**Abstract.** Nowadays for protection of the environment the most important streamline is to implement safe technologies for processing of agricultural and industrial wastes on the economic and environmental viewpoint. On one hand the wastes refer to basic pollutants of the environment and on the other hand they contain valuable parts which can be recycled and reused. The world literature pays much attention to new types of biotechnology, in particular to vermitechnology. This technology enables to get pure product in the agriculture, as well as fertilizer ameliorant can be obtained increasing the soil fertility.

In the this article accelerated version of vermitechnology allows obtaining high-efficiency organic fertilizers - biohumus (vermicompost) and vermitea as well as increased biomass of earthworms, which is a valuable food and a basis for obtaining pharmaceutical and cosmeceutics products by processing agricultural wastes of animal husbandry and plant growing.

*Subject of research* are agricultural wastes and products of their recycling, solid-household wastes, red Californian worms, fermentative manure of large and small cattle,

**Key words:** vermicompost, vermitea, earthworms, biomass, Californian red worms.

<sup>1</sup>А.Ж. Акбасова, <sup>2</sup>Ж. Есенбаева

(<sup>1</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

<sup>2</sup>Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан, E-mail: esenbaeva.j@mail.ru)

## ВЕРМИТЕХНОЛОГИЯ – ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТАУАРЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ АЛУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСІ

**Аннотация.** Қазіргі уақытта қоршаған ортаны қорғауға ауылшаруашылық және өндірістік қалдықтарды өндейтін экологиялық тұрғыдан қауіпсіз технологияларды іске қосу ең маңызды бағыттардың бірі. Себебі қалдықтар бір жағынан қоршаған ортаны ластайтын басты ластағыштарға жатады. Екінші жағынан, қалдықтардың құрамында құнды бөліктер болғандықтан оларды өндеу мен қайтала қолдануға болады. Дүниежүзілік әдебиеттерде биотехнологияның жаңа түрлеріне ерекше назар аударылуда, атап айтқанда, әсіресе вермитехнологияға. Бұл технология ауыл шаруашылығында таза өнім алуға мүмкіндік береді, сонымен қатар оларды қедеге жарату арқылы басқа да құнды заттар алуға болады.

Мақалада вермитехнологияның даму жолдарының тарихы, қолдану аясы, қолжетімділілігі, алышатын өнімдерге сипаттама көлтірілген. Сонымен қатар вермитехнологияның жаңадан жасалған жеделділігін нұсқасы сипатталған. Бұл әдісті қолдану арқылы өсімдік және мал өсіру шаруашылықтарының қалдықтарын тиімді түрде өндеу, экологиялық тұрғыдан таза органикалық заттар алуға болатыны көрсетілген. Нактылап айтқанда, қатты және сұйық түрдегі органикалық тыңайтқыштар – биогумус (вермикомпост), вермишай және сонымен қатар жауын құрттарының жоғары сапалы биомассасын алу жолдары ұсынылған.

*Зерттеу нысаны* ретінде ауылшаруашылығының қалдықтары және оларды утилдегендегі өнімдер, түрмистық қатты қалдықтар, қызыл калифорниялық құрттар, ірі мүйізді және майда мүйізді малдардың ферментtelgen көндөрі алынған.

**Кілт сөздер:** вермитехнология, вермикомпост, вермишай, жауын құрттары, биомасса, қызыл калифорниялық құрттар, кальций пероксиді.

**Кіріспе.** Қазіргі таңда экологиялық жағдайды және халықтың денсаулығын жақсарту сынды жаһандық екі мәселені шешуге ерекше көңіл бөлінуде. Бұл мәселелерді өндірістің органикалық және бейорганикалық қалдықтарын қедеге асыру арқылы заманауи биотехнологияның жаңа келешегі бар, қарқынды дамып жатқан бағыттарын орынды және тиімді пайдалану жолымен айтартықтай дәрежеде шешуге болады. Олардың арасында вермитехнология немесе вермикультивация едәуір кеңінен таралған. Вермитехнология компостты жауын құрттарының табиғи немесе жасанды гибридтерін пайдалану арқылы мал шаруашылығының және өсімдіктердің әртүрлі органикалық қалдықтарын қайта өндеуге бағытталған әдіс. Фылыми әдебиетте жауын құрттарына вермикультура деген атап берілген.

Алғаш рет жауын құрттының пайдалы екені туралы Аристотель айтып, оларды «жаһандық асқазан» деп атаған [1-3]. Жауын немесе топырақ құрттары (лат. Lumbricina) – ірі омыртқасыз топырақ жануарлары. Олар сапрофагка (грекше *sapros* – шірік және *phagos* – жалмауыз), яғни өсімдіктердің немесе жануарлар ағзаларының шіріген немесе жануарлар мен құстардың ас қорытуынан бөлінген қалдықтарымен коректенетін жануарларға жатады. Жауын құрттары көңмен, құс саңғырығымен, ағаш үгінділерімен, сабанмен, түскен жапырақтармен, арам шөптермен, ағаш пен бұталар бұтақшаларымен, өнеркәсіптік өндеуден, көкөніс сақтағыштарынан шыққан қалдықтармен және әртүрлі өсімдіктер қалдықтарымен коректенеді [4-6].

Топырак түзілу үрдісіндегі жауын құрттарының пайдалы рөлі туралы алғашқы ойлар XVIII ғасырдың екінші жартысынан бастап айтыла бастады. М.В. Ломоносов «Жер қабаттары туралы» (1763) атты еңбегінде: «Қара топырақтың алғашқы материя емес екендігінде күмән жоқ, дегенмен ол жануарлардың және тірі денелердің жетілүші шіруінен пайда болады», - деп жазды. Ежелгі мысырылықтар жауын құрттына табынды, оны киелі жануар деп есептеп, елден алып шығуға тыйым салған.

Жауын құрттарын қолдан өсіру және олардың көмегімен биогумус алу алғаш АҚШ-та (Калифорния) ұйымдастырылды. Жауын құрттарын өндірістік жағдайда өсіру америкалық дәрігер Томас Джейсон Барретке тиесілі [7-9].

Биологиялық негізде вермитехнологияның қалыптасуы мен дамуы бірқатар экологиялық-экономикалық өзекті міндеттерді шешу мүмкіндігімен қамтамасыз етіледі. Вермитехнология басты екі міндетті орындауға бағытталған: тіршілік ортасын ластанудан сақтау мен болғызбау және қалдықтарды немесе оларды қайта өндеуден алынған өнімдерді тікелей тиімді пайдалану. Вермитехнологияны пайдалану келесі төрт негізгі мақсатты қөздейді: қалдықтарды қедеге жарату, топырақ құнарлылығын арттыру, азықтық акуыз бен фармацевтикалық дәрілерді алу [10-12].

Вермитехнологияны іске асырған кезде басты екі үдеріс орын алады - бұл вермикомпостау және вермикультивация. АҚШ, Ұлыбритания ғалымдарының ғылыми зерттеулері бір мезгілде гумусы жоғары органикалық тыңайтқыш (копролит) және малдың нағыз азықтық акузызы (құрттардың акузызы) сынды арнаулы екі өнім алуға болатын жауын құрттардың кейбір түрлерін (*Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Perionyx excavates*, *Eudriluseu genial*, *Dendrobaena veneta*) органикалық азықтық, ауылшаруашылық және өндірістік (ақаба сулардың тұнбаларын) қалдықтарды қайта өндеу үшін пайдалану мүмкіндігін көрсетті [13].

Әдебиеттерде жарияланған мәліметтерге сүйенсек органикалық қалдықтарды қедеге жарату үшін вермитехнология кеңінен қолданысын тапқан әдіс. Өкінішке орай, қалдықтарды өндеу әдісінің ұзақтығы 5-6 ай төнірегінде осыған орай, процесті жылдамдатуға және сапалы көрсеткіштер тән вермиөнімдерді алуға бағытталған технологияны жетілдіру – өзекті мәселе. Бұл мақалада біздің зерттеу жұмыстарымыздың нәтижесі келтірілген, яғни өнімнің жекеленген түрлерін алу арқылы вермитехнологияның жеделдетілген нұсқасын әзірлеуге бағытталған.

### Зерттеу әдістері.

Биогумус құрауыштарын анықтауға белгілі классикалық әдістер қолданылған. Оның құрамындағы калий мен фосфор жетілдірілген Кирсанов әдісімен [14], аммоний түріндегі азот Корифильда әдісімен, нитратты азот – «СОЭКС» экотестерімен, гумус белгілі Тюрин әдісімен ФЭК-қондырғыны қолдану арқылы [15], аммонийификация белсенділігі фотоэлектрлік колориметрдің көмегімен [15], орта реакциясы pH – метрмен анықталған. Биогумустан таза микроагзаларды бөліп алуға, олардың морфологиялық және физиологиялық қасиеттерін, т.б. микробиологиялық зерттеулер жүргізуғе коректік орта ретінде Чапектің агар-агар ортасы қолданылды. Чапек ортасының құрамы: глюкоза (сахароза) – 30,0 г, магний сульфаты – 0,5 г, калий хлориді – 0,5 г, калий дифосфат – 1,0, темір сульфаты – 0,01 г, су – 1000,0 мл және де бұл ортага 2-4% агар енгізіледі [16].

### Зерттеу нәтижелері және талқылау.

Әдебиеттегі мәліметтерге және өзіміздің эксперимент арқылы жинақталған нәтижелерге сүйене отырып, вермитехнологияны қолдану арқылы бірқатар тауарлық маңызы бар заттар алу жолдары карастырылды.

Вермикомпостау мен вермикультивациялау үдерістерін жандандыру үшін субстрат құрамына кальций пероксиді енгізілді. Сұлы жүйеде кальций пероксиді біртіндеп ыдырау үдерісіне ұшырап, оттекті бөліп шығарады, осыған орай субстраттың барлық көлемі аэрацияланады. Бұл жағдайда анаэробты зоналар жойылады, яғни қоршаган оргтаны ластайтын көз жойылып, өндіруші-құрттардың жұмыс атқару қабілеттері жақсарады. Кальций пероксиді ыдыраған кезде пайда болатын қосылыстар ( $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $CaCO_3$ ) биологиялық ресурстарға зиянсыз:



Әртүрлі мәлшерде кальций пероксидін субстратка енгізгенде алынған құрттар биомассасына қатысты мәліметтер тәжірибелік зерттеулер арқылы айқындалған (кесте 1). Кальций пероксидін 2,0 масс % төмен мәлшерде субстратқа қосқанда өндіруші-құрттардың саны мен массасы айтартықтай көбеймейді. Субстратқа 3,5 масс % -дан жоғары денгейде кальций пероксидін енгізу босқа кетеді, себебі құрттар биомассасының құрт өсуі байқалмайды.

Қалдықтар өндеу технологиясында субстраттың құрамында болатын құрауыштардың онтайлы мәлшерлері: көміртек пен азоттың (C:N) массалық қатынастары (25:1)÷(30:1); ылғалдылық – (70÷80)%; оттек ≤(11-14)%; тығыздық – 1,3-1,4; температура – 19-28°C.

Субстратқа кальций пероксидін енгізгенде өсімдіктер шірігенде бөлінетін жаман иісті токсиндердің мәлшерлері құрт төмендейді, орта реакциясы pH реттеледі, құрттар ағзасы қосымша оттек және кальциймен қамтамасыздандырылады, бұл жағдай олардың қызмет белсенділігін арттырады. Енгізілген кальций пероксиді калифорниялық құрттардың микроагзаларды сұрыптау үдерісін белсенді түрде жүргізуіне, шыбын-шіркей мен гельминттердің тұқымдарын жою мүмкіндігін жақсартуға жол ашады [17].

1-кесте. Тәжірибелік бақылау кезіндегі құрттар биомассасының жағдайы

Нұсқалар	Құрттар саны, дана		Құрттар биомассасы, г		2 айдан кейінгі үстеме	
	Басын да	2 айдан кейін	Басын да	2 айдан кейін	Құрттар саны, дана	Биомасса, г
Субстраттағы кальций пероксиді, %: 1,0 1,5 2,0 3,5 5,0	2000	2128	440	631	128	191
		2135	452	669	135	217
		2210	446	927	210	481
		2533	461	1660	533	1199
		2527	459	1670	537	1211
Субстратқа кальций пероксиді енгізілмеген	2000	2130	450	620	130	170

Малшаруашылығы мен өсімдік қалдықтарын дайын өнімге айналдырудың технологиялық циклы 2 айдан аспайды, яғни үдеріс 2-3 есе жылдамдатылады. Тәжірибелік зерттеулер негізінде 1т өндөлетін өнімнен 550-650 кг биогумус және 10-15 кг (құргақ массаса есептегендеге) қызыл калифорниялық құрттардың биомассасын алуға мүмкіндік бар екені дәлелденген.

Биогумустың суға беріктілігі – 95-97%, толық ылғал сыйымдылығы – 200-250%. Бұл биогумусты мелиорант және топырақ жақсартқыш ретінде пайдалануға болатынын сипаттайды. Кесте 2-де келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғандай, биогумуста гуминді заттардың мөлшерлері 32,3 % төндергінде, олар биогумусқа жоғары агротехникалық және өсім жылдамдатқыш қасиеттер береді.

2-кесте. Биогумустың химиялық құрамы

Негізгі құрауыштар	Орташа мөлшер, %	
	Субстратқа CaO <sub>2</sub> енгізілмеген	Субстраттағы CaO <sub>2</sub> (2,0-3,5%)
Ылғалдылық	45,0	40,1- 45,4
Кулділілік	36,1	35,5-40,3
Органикалық заттар	55,8	55,0-65,1
Гуминді заттар	17,4	25,7-32,3
Жалпы азот	1,1	1,0-2,0
Жалпы фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,7	1,5-3,0
Жалпы калий (K <sub>2</sub> O)	2,1	1,2-2,0
Кальций	1,7	4,0-6,0
Магний	0,6	0,6-2,3
Темір	0,3	0,6-2,5
Марганец	67 мг/кг	60-80 мг/кг
Ауыр металдардың массалық мөлшері, мг/кг	топырақтағы ШРК төмен	топырақтағы ШРК төмен
Патогенді микрофлора	жоқ	жоқ
Гельминттер жұмыртқасы	жоқ	жоқ

Тыңайтқыш ретінде биогумусты қатты немесе вермикомпост шайы (вермишай) деген атпен сұйық түрде қолдануға болады. Вермикомпост шайы немесе биогумустың сулы сыйындысы көшеттерді, үй ғүлдерін үстеме коректендіруге, жеміс пен көкөніс өсімдіктерін бүркүге, өсімді жылдамдатқыш ретінде тұқымдарды суландыруға қолданылады. Вермикомпост шайын алуға 1 стакан (100г) биогумусқа 10л суды қосып, мұқият арапастырады, сосын бөлме температурасында 1 тәулікке қалдырады. Вермикомпост шайының құрамында биогумустың өзінің еритін фракциясы (витаминдер, фитогормондар, гуматтар, фульваттар және т.б.) болады. Сұйық fazага биогумустан барлық қоректік заттар және топырақ пен өсімдіктерге пайдалы микрофлора өтеді. 1мл вермикомпост

шайында бірнеше миллиард микроағзалар жасушалары болады. Биогумус пен вермикомпост шайына жоғары ферментативтік белсенділік тән.

Қалдықтарды вермитехнологиямен өңдеу арқылы биогумус пен вермикомпост шайынан басқа үшінші өнім қызыл калифорниялық құрттардың биомассасын алуға болады.

Қызыл калифорниялық құрттар қайтадан жаңарап отыратын табиғи жануарлар текті дәрілік шикізат. Күннен күнге осы биомассаны қолдану аясы кеңеюде, оның негізінде фармацевтикалық препараттардың және биологиялық белсенді тағамдық қоспалар ассортименті де көбеюде. Қызыл калифорниялық құрттардың денесінде 70%-ға дейін сіңімді ақуыздардың болуына байланысты, оларды маңыздылығы жоғары биологиялық ресурсқа жатқызуға болады.

Осылай жоғары мөлшерде сіңімді ақуызы бар ауылшаруашылығының дақылдары немесе жануарлар кездеспейді. Қызыл калифорниялық құрттардың биомассасының жануарлар мен адамдар үшін зияндылығы жоқ, оларға аллергиялық, анафилактогендік, тератогендік, эмбриотоксикологиялық және канцерогенді қасиеттер тән емес. Осылай орай құрттар құрамы мен қолдану бағыты әртүрлі биопрепараттар алуға негіз бола алады.

### Қорытынды.

Әдебиеттер негізіндегі мәліметтерге сүйеніп, қызыл калифорниялық құрттар арқылы ауыл шаруашылығының әртүрлі салаларынан, үй-жай шаруашылығынан, тағыда басқа өндірістерден шығатын органикалық құрамды қалдықтарды тиімді түрде өңдеу мен кәдеге жаратудың жоғары тиімді әдістерінің бірі вермитехнология екені айқындалды. Вермитехнологиямен органикалық қалдықтарды өңдеу арқылы кәдеге жарату технологиясы көрсетілді.

Вермикомпостау мен вермикультурау әдісі мен алынған гумустылығы жоғары экологиялық таза органикалық тыңайтқыш – биогумустың (вермикомпост) химиялық құрамы анықталды. Зерттеу нәтижесі бойынша, биогумуста гуминді заттардың мөлшерлері 32,3-34,5 % төнегінде, олар биогумусқа жоғары агрехимиялық және өсім жылдамдатқыш қасиеттер береді. Биогумустың суға беріктілігі – 95-97%, толық ылғал сыйымдылығы – 200-250%. Бұл биогумусты мелиорант және топырак жақсартқыш ретінде пайдалануға болатынын сипаттайды.

Вермитехнология әдісімен алынған инновациялық тауарлық өнімдер: биогумус және құрттар биомассасы, вермишай.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Битюцкий И.А., Кудряшева Н.В., Соловьева А.Н., Лукина Е.И. Влияние дождевых червей на доступность микро-элементов растениям // Материалы 2-й Международной науч.практ. конф. «Дождевые черви и плодородие почв». - Владимир, 2004.- С.77-79.
- [2] Edwards, C.A. The use of earthworms in the breakdown and management of organic waste. In: Edwards, C.A. (ed.), Earthworm Ecology. St. Lucie Press, Boca Raton, FL. 1998.– P.19.
- [3] Edwards C.A, Arancon Nq. The science of vermiculture: the use of earthworms in organic waste management. In: Guerrero R.D. III, Guerrero-del Castillo MRA (eds.). Vermi Technologies for Developing Countries. Proceedings of the International Symposium-Workshop on Vermi Technologies for Developing Countries. Nov. 16-18, 2005, Los Baños, Laguna, Philippines. Philippine Fisheries Association, Inc. P. 1-30.
- [4] Akbasova A.D., Uysimbaeva Z., Sainova G.A., Sunakbaeva D.K., Abdimalitip N. The pe(a)rlite sulphur-containing waste products effects upon the lead inflow into planta // International journal of experimental education. – 2013. – № 12. – Р. 22-23.
- [5] Акбасова А.Д., Имангалиев А.К., Ташимов Л.Т., Сайнова Г.А., Туребеков О.Т., Тойчибекова Г.Б. Способ лечения трихофитии крупного и мелкого рогатого скота. Инновационный патент № 26560. опубл. 25.12.2012 г, Бюл. № 12.
- [6] Бекжанов М.А., Акбасова А.Д., Гузовский К.З., Сайнова Г.А., Кудасова Д.Е. Удобрительно-мелиорирующее средство. Инновационный патент РК. № 29739. – 2015. – Бюл. № 4.
- [7] Акбасова А.Д., Сайнова Г.А., Бейсенбаева Л.С., Абдимуталип Н.А. Влияние серо - перлитсодержащих отходов сернокислотного производства на поведение тяжелых металлов в системе почва-растение // Современные проблемы географической науки. - 2014. - №1. – С. 45-48.
- [8] Sharma S., Pradhan K., Satya S., Vasudevan P. Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses – A Review // The Journal of American Science. - 2005. Vol. 1(1). - P. 4–16.
- [9] Renuka Gupta, Garg V.K. Vermiremediation and nutrient recovery of non-recyclable paper waste employing Eisenia fetida // Journal of Hazardous Materials. - 2009. - № 162. – P. 430–439.
- [10] Sun Zhenjun. Vermiculture & Vermiprotein. China: China Agricultural University Press. Beijing, 2003. - 366 p.
- [11] Акбасова А.Д., Исаков О.А., Сайнова Г. Экологизация сельского хозяйства путем рационального использования вермипродукций и биопрепаратов на их основе: монография. – Алматы: «Нұрлы Әлем», 2015. – 132 с.
- [12] Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.

- [13] Wang X., Chang L., Wang G., Sun Z., Ma H., Sun Q., Li J. Protein extraction from the earthworm Eisenia foetida for 2-DE // Proteomics. - 2010. - № 10 (5). - P. 1095 - 1099.
- [14] ГОСТ Р 54650-2011. ПОЧВЫ. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
- [15] ГОСТ 26213 - 91. Почвы. Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО.
- [16] Поляк М.С., Сухаревич В.И., Сухаревич М.Э. Питательные среды для медицинской микробиологии. – Санкт-Петербург, 2002. – 28 с.
- [17] Акбасова А.Д., Исаков О.А. Патент РФ № RU2577059. «Ускоренный способ комплексного вермикомпостирования и вермикультурирования» Дата публикации 10.03.16. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент).

Акбасова А.Ж., Есенбаева Ж.

**Вермитехнология-современный метод производства инновационной товарной продукции**

**Резюме.** В статье описывается об истории развития вермитехнологий, сфере применения, доступности, получаемой продукции. Описывается новый разработанный ускоренный вариант вермитехнологии. Было показано, что этот метод может быть использован для эффективной переработки отходов растениеводства и животноводства и получения экологически чистых органических веществ. В частности, предложены способы получения твердых и жидкых органических удобрений - биогумуса (вермикомпост), вермичай, а также высококачественной биомассы дождевых червей.

**Ключевые слова:** вермитехнология, вермикомпост, вермичай, дождевые черви, биомасса, красные калифорнийские черви, пероксид кальция.

УДК 504.3.054

**A.T. Khussainov, K.M. Abdrahmanova, A.S. Kurmanbaeva,  
I.B. Fakhrudanova, Z.E. Bayazitova**

(Kokshetau State University named after Sh.Ualikhanov,  
Kazakhstan, Kokshetau, sh.zhibek@mail.ru)

**RETROSPECTIVE ANALYSIS AND ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR IN THE  
TERRITORY OF STATE NATIONAL NATURAL PARK "BURABAY"**

**Abstract:** The article presents a retrospective analysis of the assessment of atmospheric air in the territory of the state national natural park "Burabay" (hereinafter - the «Burabay» SNNP) with various anthropogenic impact for the period from 2016 to 2019.

**Key words:** ecology, atmospheric pollution index, atmospheric air, environment, MPC, State National Natural Park.

**А.Т. Хусаинов, К.М. Абдрахманова, А.С. Курманбаева,  
И.Б. Фахруднова, З.Е. Баязитова**

(Кокшетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова,  
Казахстан, Kokshetau, sh.zhibek@mail.ru)

**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА  
ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА  
«БУРАБАЙ»**

**Аннотация.** В статье представлен ретроспективный анализ оценка показателей атмосферного воздуха на территории государственного национального природного парка «Бурабай» (ГНПП «Бурабай») с различной антропогенной нагрузкой за период с 2016 по 2019 гг.

**Ключевые слова:** экология, индекс загрязнения атмосферы, атмосферный воздух, окружающая среда, ПДК, Государственный национальный природный парк.

**Введение.** В последнее время загрязнение атмосферы вредными веществами вызывает все большее беспокойство, особенного на территории национальных парков. Проблема присутствия в атмосфере примесей и их возможного негативного влияния на технологические и экологогигиенические характеристики геосистемы имеет большое значение для обеспечения оптимальных условий жизни [1].

Основным источником загрязнения атмосферы можно считать процессы горения, в результате выделяются токсичные вещества такие как оксиды углерода, окислы серы и азота, сажа и несгоревшие углеводороды - все они являются загрязнителями атмосферы.

Самоочищение атмосферы от всех известных загрязнителей происходит за определенный конечный промежуток времени в процессах осаждения, окисления и поглощения их водоемами, растениями и почвой. С другой стороны, загрязнители, образующиеся в результате деятельности человека, обычно сконцентрированы в небольших географических регионах, следовательно, значительное загрязнение атмосферы - поистине, результат деятельности человека. Скорость же, с которой загрязнители выбрасываются в атмосферу в районах с высокой плотностью населения, существенно превышает скорость самоочищения атмосферы [2].

Целью исследования являлось проанализировать и дать оценку экологическому состоянию атмосферного воздуха на территории ГНПП «Бурабай» на основе ретроспективных данных с 2016 по 2019 годы.

**Методика исследования.** В качестве исследуемого объекта был выбран ГНПП «Бурабай». Территория ГНПП "Бурабай" входит в состав Кокшетауской степной, лесостепной и увалисто-мелкосопочной возвышенности. Климат в Боровом резко континентальный, с жарким летом и сухой малоснежной зимой. Основной климатической особенностью урочища является его удобное местоположение. Климат Борового, несмотря на его континентальность отличается ровностью. В лесной зоне амплитуды колебания температуры воздуха несколько смягчаются большими озерами и рельефом местности.

Основной «клад» в загрязнение атмосферного воздуха на территории ГНПП «Бурабай» и Щучинско-Боровской курортной зоны вносят котельные, расположенные в г.Щучинске, поселке Бурабай, селе Катарколь и оздоровительных учреждениях, а также автотранспорт. Средний годовой объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в национальном парке составляет 4,7 тыс. тонн. Общее количество стационарных источников (котельных), находящихся в курортной зоне, составляет 51 единицу. Из общего числа 36 котельных работают на твердом топливе и только на 18 из них установлено пыле газоочистное оборудование. Из оставшихся 15 стационарных источников 14 работает на жидкое топливо, а одна на газовом. Существующее пыле газоочистное оборудование очищает отходящие газы только от твердых частиц, газообразные загрязняющие вещества выбрасываются в атмосферный воздух без очистки [3].

В процессе исследования была проведена выкопировка данных по материалам информационных бюллетеней о состоянии окружающей среды Республики Казахстан, Казгидромет, по территории государственного национального природного парка «Бурабай» с 2016 по 2019 годы

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории ГНПП «Бурабай» и ЩБКЗ ведётся на 8 стационарных постах. Место расположения постов наблюдения: станция комплексного фонового мониторинга (СКФМ) «Боровое»; на территории школы п. Бурабай; санаторий «Щучинск»; на территории школы №1 г. Щучинск; улица Шоссейная, в районе дома №171; поляна им.Абылайхана в 6 км. от поселка Бурабай граница ГНПП Бурабай; северный берег оз. Большое Чебачье, граница ГНПП Бурабай, на территории метеостанции Бурабай; на участке ТОО «АВИАЛЕСОХРАНЫ» в поселке Сарыбулак. *Определяемые примеси:* взвешенные вещества, взвешенные частицы РМ-1, взвешенные частицы РМ-2,5, взвешенные частицы РМ-10, взвешенные частицы РМ-10, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, озон, сероводород, сумма углеводородов, аммиак, метан, диоксид углерода [4].

Проведена оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха на территории ГНПП «Бурабай» по показателям стандартного индекса и наибольшей повторяемости в соответствии с РД 52.04.667-2005 «Документы о состоянии загрязнении атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности населения». Показатели загрязнения атмосферного воздуха. Степень загрязнения атмосферного воздуха примесями оценивается при сравнении концентрации примесей с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) (в мг/м<sup>3</sup>, мкг/м<sup>3</sup>) примеси. [5].

Заполнение электронной базы данных проводилось с использованием программы Microsoft Excel. Статистическая обработка проведена в программе «STASTICA V.10» с расчетом среднестатистических показателей. Рассчитывались среднегодовые значения, процент наибольшей повторяемости превышения ПДК, максимальная и средняя кратности, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

**Результаты исследования и их обсуждение.**

Нами изучены сводные данные по химическому составу атмосферного воздуха государственного национального природного парка «Бурабай» за период с 2016 по 2019 годы, и отдельно по годам.

Общая оценка экологического состояния атмосферного воздуха ГНПП «Бурабай» за 2016 год в целом характеризуется как низкого уровня загрязнения, он определялся значениями СИ равным 1 и НП=0%. Но при этом, среднемесячные концентрации озона с мая по декабрь составляли 1,9 ПДКс.с, концентрации остальных загрязняющих веществ превышали ПДК не значительно от 0,0161 ПДК и до 0,9 ПДК (Рисунок 1).

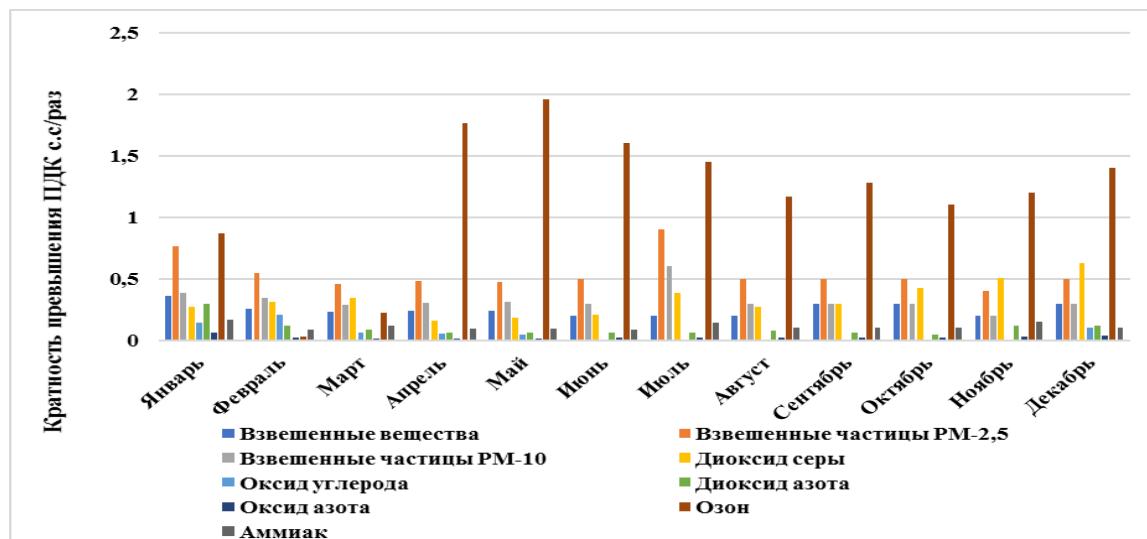


Рис. 1. Кратность превышения среднесуточных ПДК, в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2016 год

Однако, при изучении максимально-разовых концентраций загрязняющих веществ было выявлено, что с ноября по июль месяцы количество сероводорода разово повышалось до 1 ПДК. Аналогичные результаты наблюдались по оксиду углерода, превышение от 0,778 ПДК до 1 ПДК. Повышенные концентрации диоксида азота были выявлены с ноября по март от 0,887 ПДК до 0,97 ПДК (Рисунок 2). Необходимо отметить, что максимально-разовые концентрации всех десяти загрязняющих веществ превышали допустимые нормы. Повышенные концентрации чаще наблюдались в осенний и зимний периоды.

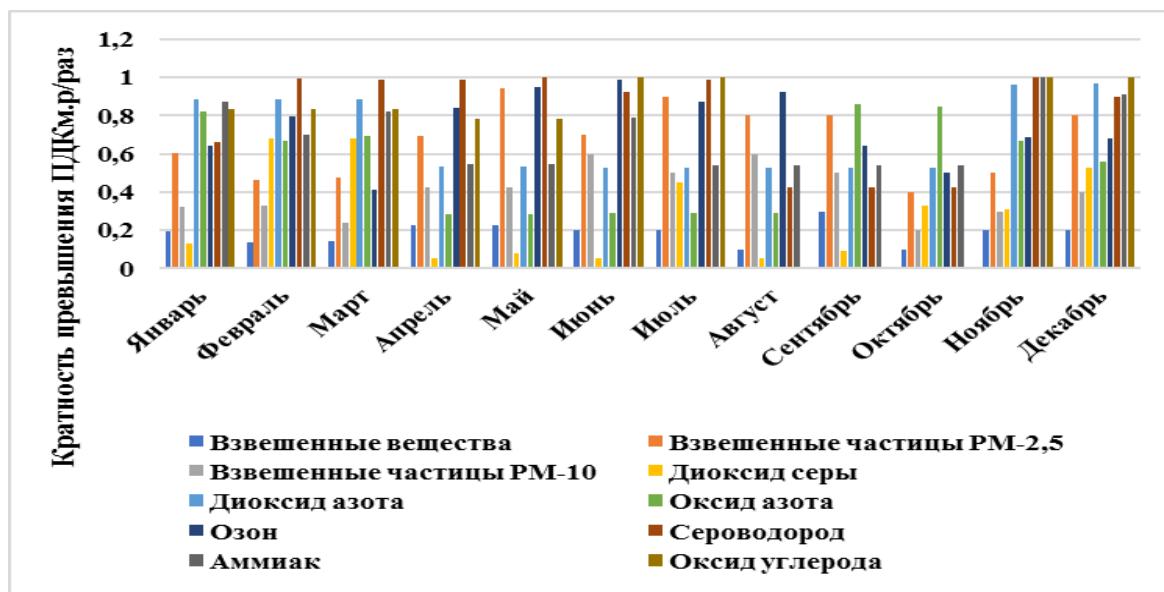


Рис. 2. Кратность превышения максимально-разовых ПДК в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2016 год

На рисунках 3, 4 мы видим уровень загрязнения атмосферного воздуха ГНПП «Бурабай» за 2017 год. Экологическая состояния воздуха в целом, характеризуется как низкого уровня загрязнения и определялся значениями СИ равным 1 и НП =0%. При сравнении содержания озона в воздухе 2017 с 2016 годом была выявлена тенденция к снижению его количества. Среднемесячные концентрации озона (приземный) в декабре составили 1,1 ПДКс.с. и в апреле 0,881 ПДК, в другие месяцы варьировали от 0,204 до 0,673 ПДК (Рисунок 3). Также было обнаружено повышенное содержание диоксида серы в зимние месяцы от 0,649 ПДК до 0,802 ПДК.

На рисунке 4 представлены данные по кратности превышения максимально-разовых концентраций загрязняющих веществ. Повышенные разовые концентрации сероводорода выявлены с июнь 0,999 ПДК по декабрь 0,9 ПДК. Взвешенные частицы PM 2,5 и PM 10 (Рисунок 4).

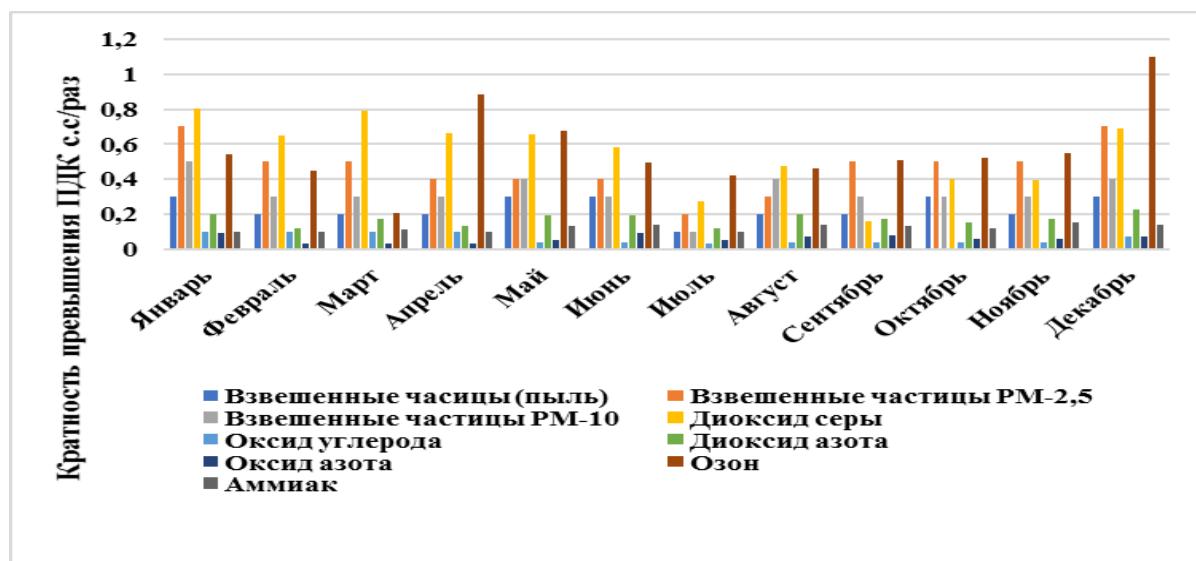


Рис.3. Кратность превышения среднесуточных ПДК, в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2017 год

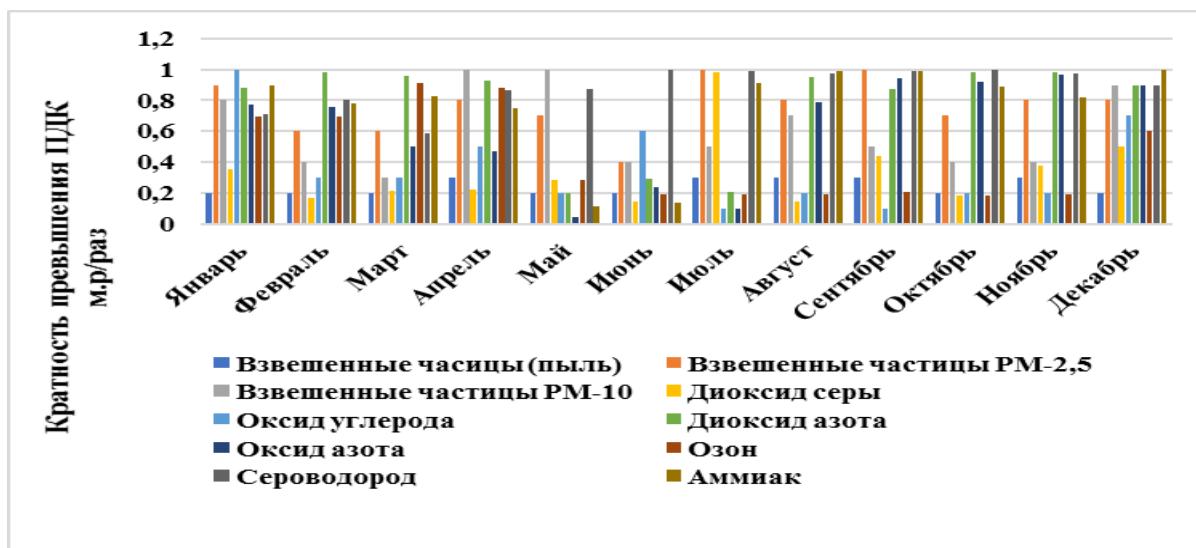


Рис.4. Кратность превышения максимально-разовых ПДК в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2017 год

По данным стационарной сети наблюдений общая оценка загрязнения атмосферного воздуха ГНПП «Бурабай» за 2018 год характеризуется как низкого уровня загрязнения, он определялся значениями СИ равным 1 и НП =0%. Средняя концентрация озона (приземный) составила 1,4 ПДК, а максимально-разовые концентрации всех загрязняющих веществ не превышали ПДК.

В 2018 году по показателям данных мы можем увидеть, что содержания озона в воздухе была повышенено в январе, составляло 1,4 ПДК. В другие месяца содержание озона была удовлетворительно.

Также было обнаружено содержание сероводорода в марте 0,49 ПДК и апреле 0,32 ПДК. Показатель взвешенных частиц PM 2,5 с мая по февраль месяцы составляли от 0,57 ПДК до 2,2 ПДК (рисунок 5).

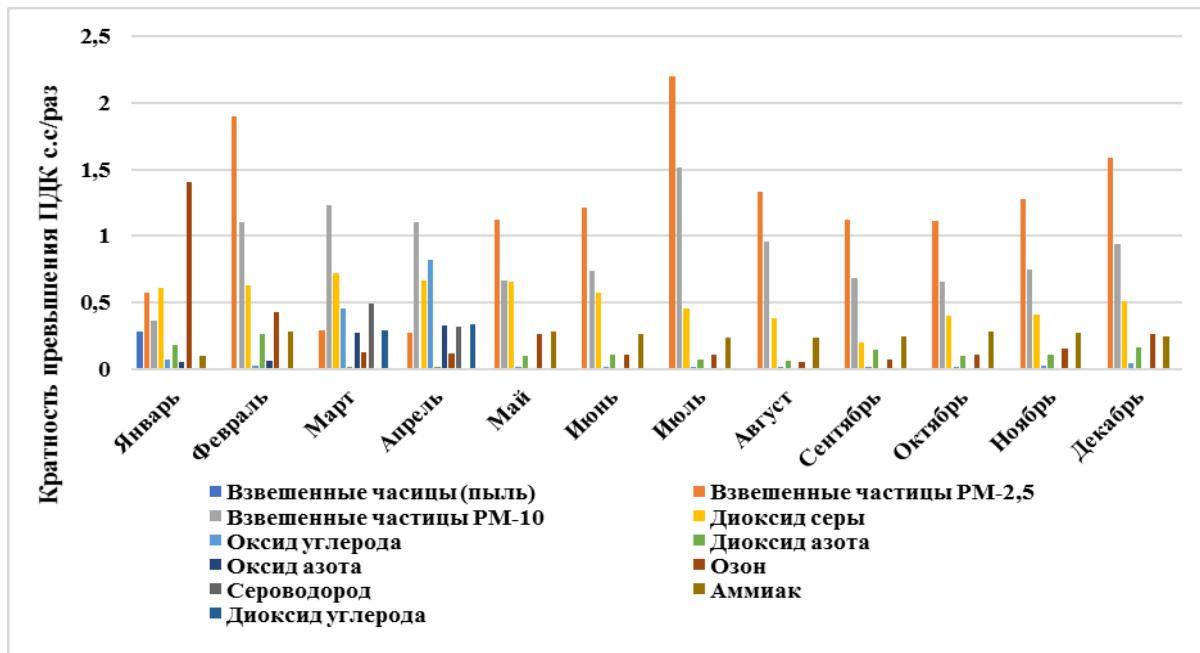


Рис.5. Кратность превышения среднесуточных ПДК, в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2018 г.

На рисунке 6 представлены данные по кратности превышения максимально-разовых концентраций загрязняющих веществ. Повышенные разовые концентрации сероводорода выявлены с июня 0,95 ПДК по февраль 0,875 ПДК. Содержание озона в марте 0,92 ПДК и в апреле 0,89 ПДК, оксид азота с января 0,8875 ПДК по март 0,99 ПДК были выявлены. (Рисунок 6).

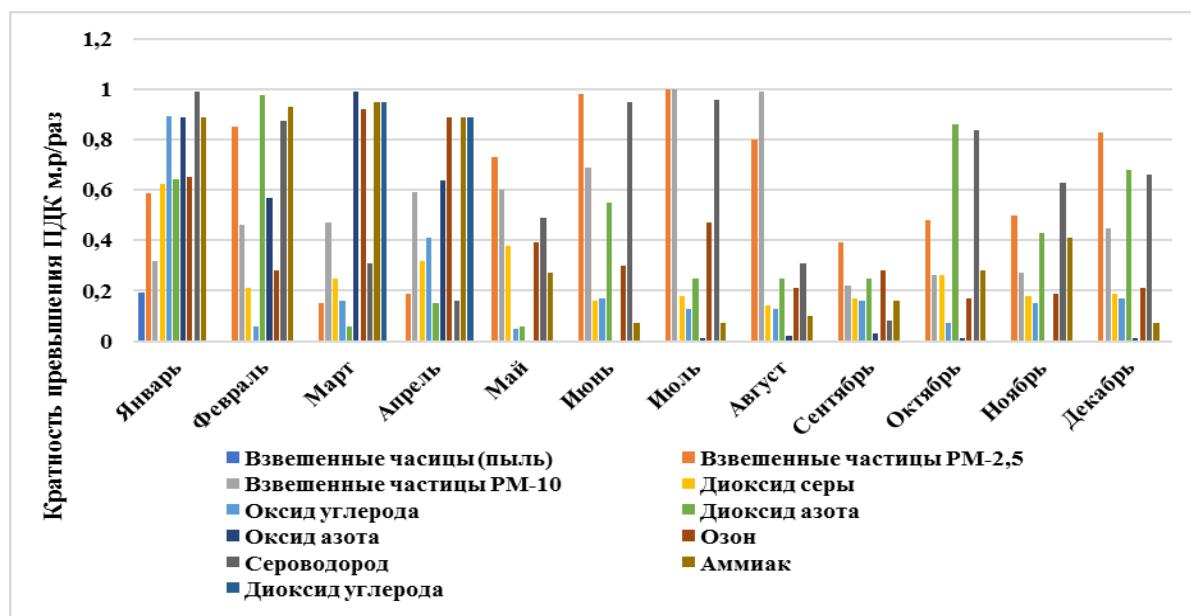


Рис.6. Кратность превышения максимально-разовых ПДК в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2018 г.

Экологическое состояние атмосферного воздуха ГНПП «Бурабай» за 2019 год в целом характеризуется как низкого уровня загрязнения, он определялся значениями СИ равным 1(низкий уровень) по диоксиду азота в районе поста № 1 (СКФМ «Боровое») и НП =0% (низкий уровень). Среднегодовая концентрация взвешенных частиц PM-2,5 составляла 1,610 ПДКс.с., остальные загрязняющие вещества не превышали ПДК (рисунок 7).

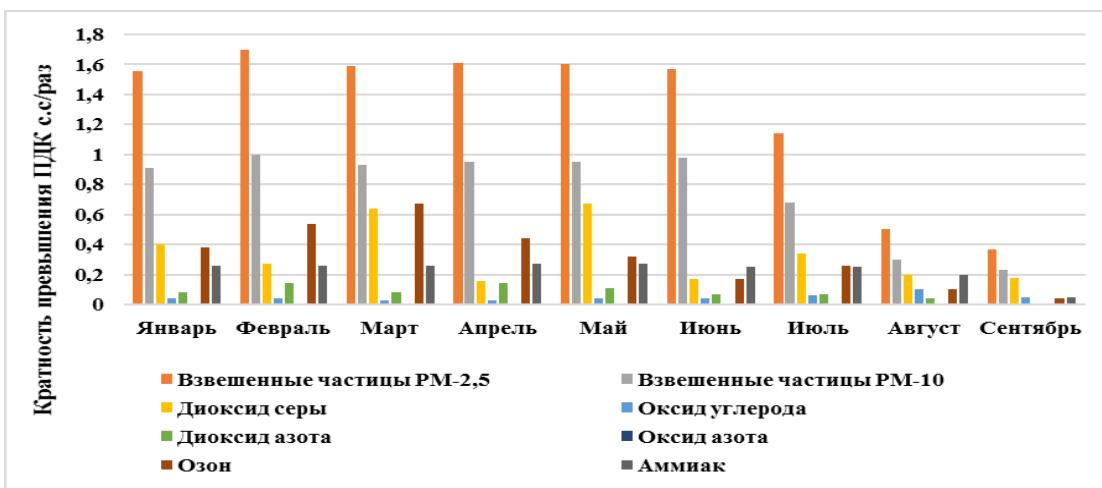


Рис. 7. Кратность превышения среднесуточных ПДК, в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2019 год.

Максимально-разовые концентрации загрязняющих веществ не превышали ПДК. Но при этом, показатель взвешенных частиц PM 2,5 в июле было 2 ПДК, концентрации остальных загрязняющих веществ превышали ПДК не значительно от 0,0161 ПДК и до 0,9 ПДК (Рисунок 8).

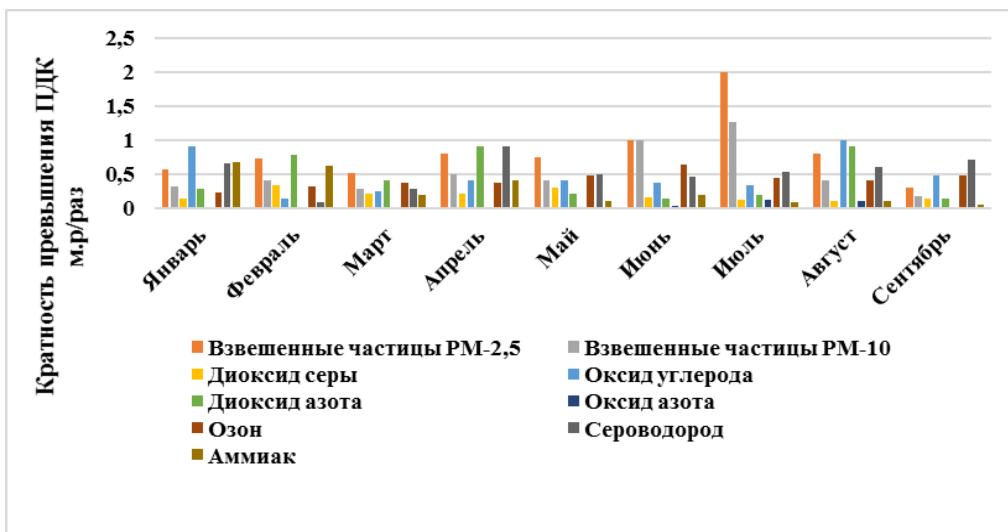


Рис.8. Кратность превышения максимально-разовых ПДК в атмосферном воздухе ГНПП «Бурабай» за 2019 год

При сравнительном анализе среднегодовых значений в динамике выявили, что в **2016** году увеличение содержания взвешенных частиц PM-2,5 в атмосферном воздухе – 0,9413 ПДК, взвешенные частицы PM-10 – 0,6 ПДК, диоксида азота – 0,97 ПДК, диоксида серы – 0,6839 ПДК, сероводорода – 0,999 ПДК, аммиака – 0,873 ПДК; в **2017** году увеличение содержания взвешенных частиц PM-2,5 в атмосферном воздухе – 0,7 ПДК, взвешенные частицы PM-10 – 0,5 ПДК, диоксида азота – 0,2 ПДК, диоксида серы – 0,802 ПДК; в **2018** году увеличение содержания взвешенных частиц PM-2,5 в атмосферном воздухе – 1,9 ПДК, взвешенные частицы PM-10 – 1,51 ПДК, диоксида азота – 0,97 ПДК, диоксида серы – 0,72 ПДК; в **2019** году увеличение содержания взвешенные частицы PM-2,5 в атмосферном воздухе – 1,7 ПДК, взвешенные частицы PM-10 – 1 ПДК, диоксида азота – 0,14 ПДК, диоксида серы – 0,4 ПДК.

Повышение этих взвешенных частиц связано с ремонтом автомобильной дороги, так как с лета 2018 по 2019 г. ввелись ремонт дорог. Таким образом частицы выбрасывались в воздух и мельчайшие кусочки сажи, асфальта и автомобильных покрышек, частицы минеральных солей (сульфаты, нитраты), соединения тяжелых металлов (в основном оксиды).

В 2019 году наиболее превышение концентрации взвешенных частиц PM-2,5 составляла 1,610 ПДКс.с., это - воздушный загрязнитель, в состав которого входят как твердые микрочастицы, так и мельчайшие капельки жидкостей. И те, и другие размером примерно от 10 нм до 2,5 мкм. Другие

обозначения и названия частиц PM2.5: FSP (fine suspended particles), fine particles, fine particulate matter, мелкодисперсные взвешенные частицы, тонкодисперсная пыль.

Как показано в статье Spatiotemporal ozone level variation in urban forests in Shenzhen, авторы показывает исследований которые является одним из первых исследований уровня озона в городских лесах в Китае. Он устанавливает, что качество воздуха в городских лесах подходит для рекреационной деятельности и определяет пространственные, сезонные и суточные характеристики ОЗ и взаимосвязи с микрометеорологическими параметрами, предлагая возможность манипулирования соответствующими характеристиками леса для уменьшения приземного озона ( $O_3$ ). уровень. [6, 7]. Приземный озон ( $O_3$ ) является загрязняющим веществом, вызывающим обеспокоенность, вследствие его воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Повышенные уровни  $O_3$  в песчаных отмелях могут быть потенциальной проблемой для здоровья человека [8].

#### Выводы.

В целом территория ГНПП "Бурабай" относится к регионам со средним потенциалом загрязнения и характеризуется низкой степенью экологической опасности.

Таким образом, общая оценка загрязнения атмосферы на территории государственного национального природного парка «Бурабай», по данным стационарной сети наблюдений характеризуется низким уровнем загрязнения, он определялся значениями СИ равным 0,9 и НП = 0,0%. После анализа и сравнения всех данных взятых за 3 года и 10 месяцев, можно сказать, что превышение озона было в 2016 году с мая по декабрь месяц. Повышенный уровень приземного озона отмечается лишь при определенных метеоусловиях, а именно – в солнечную жаркую погоду. Все химические реакции «любят» тепло, а фотохимическое образование озона – это химическая реакция, и в теплой атмосфере она протекает более интенсивно. Повышение озона в зимний период, можно связать с автомобильными газами, работа ТЭЦ и т.д.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://studwood.ru/1147692/ekologiya/perspektivy razvitiya osobu ohranyaemyh prirodnnyh territoriy kazahstane> (27.11.2019)
- [2] Постановление Правительства Республики Казахстан от 10 ноября 2006 года № 1074 «Об утверждении перечня особо охраняемых природных территорий республиканского значения» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.08.2012 г.).
- [3] Неронов В.М., Лущекина А.А. История и дальнейшие задачи развития Программы ЮНЕСКО "Человек и биосфера" (МАБ) и сети биосферных резерваторов в России // Проблемы постсоветского пространства.- 2018.- 5(4).- С.336–350.
- [4] <http://www.kazhydromet.kz/ru/bulleten/okrsreda> (23.11.2019)
- [5] [https://www.kazhydromet.kz/upload/pdf/ru\\_1495540577.pdf](https://www.kazhydromet.kz/upload/pdf/ru_1495540577.pdf) 6. (23.11.2019)
- [6] Wenjun Duan, Cheng Wang, Nanhai Pei, Chang Zhang, Lin Gu, Shasha Jiang, Zezhou Hao Spatiotemporal ozone level variation in urban forests in Shenzhen, China// Forests Volume 10.- Issue 3.- 2019.- . Article number 247.
- [7] Benedict, K.B., Zhou, Y., Sive, B.C., Prenni, A.J., Gebhart, K.A. Volatile organic compounds and ozone in Rocky Mountain National park during FRAPPÉ// Atmospheric Chemistry and Physics.- Volume 19.- Issue 1.- 14 January 2019.- Pages 499-521.
- [8] Aherne, J. Spatiotemporal variation in summer ground-level ozone in the Sandbanks Provincial park // Atmospheric Pollution Research.- Volume 10.- Issue 3.- May 2019.- Pages 931-940.
- [9] Веселова Л.К., Гельдыева Г.В. и др. Ландшафты кольцевых структур Казахстана. //Терра, № 1.- 2006.-С. 216-223.
- [10] Огарь Н.П. Водные экосистемы // Ландшафтное и биологическое разнообразие Республики Казахстан. ПРООН, г. Алматы, Казахстан (русс.,казах, англ.). – 2006. - С 103124.
- [11] Сморякова А.М. Внутривековая климатическая фаза теплого сезона Кокчетавской области в 1960-х годах / В кн.: Озера Срединного региона. Л.: Наука, 1976.- 360 с.

Хусаинов А.Т., Абдрахманова К.М., Құрманбаева А.С., Фахруденова И.Б., Баязитова З.Е.

**«Бурабай» мемлекеттік ұлттық таралтық паркының территориясында атмосфера ауыны ретроспективтік талдау және бағалау**

**Түйіндеме.** Макалада Бурабай мемлекеттік ұлттық табиги паркі (Бурабай ГНПП) аумағындағы атмосфералық ауа көрсеткіштерін бағалауга ретроспективті талдау, 2016 жылдан 2019 жылға дейінгі кезеңге әртүрлі антропогендік қысым көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** экология, атмосфераның ластану индексі, атмосфералық ауа, коршаган орта, ШРК, Мемлекеттік ұлттық табиги парк.

УДК 551.8 (762)

**A. Abetov, A. Niyazova, S. Abetova**  
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: niyazova.akma@mail.ru)

## JURASSIC STAGE OF THE GEOLOGICAL EVOLUTION HISTORY OF THE NORTH USTYURT REGION

**Abstract.** Based on the conducted research, it was found that in the North-Ustyurt region in the early Jurassic – Bajocian, at the beginning of Callovian and Oxfordian stages, accumulated alluvial, lake and marsh deposits, carried out by rivers from the Central-Kyzylkum and Aral highlands, from the Karabogazgol, Aktumsuk, Karabaour, Central-Ustyurt and South-Emba and other elevations.

By the end of the Bajocian, in the Bathonian, middle-late Callovian, and Kimmeridgian, most of the Northern Ustyurt had become an area of marine sedimentogenesis with a carbonate sedimentation regime. Only in the east did the conditions of the coastal low-lying accumulative plain with the accumulation of lake mainly clay sediments remain.

The revival of tectonic movements, the rise of individual blocks and some restructuring of the structural plan of the territory under consideration and regional erosion took place at the turn of the early and middle Jurassic, at the end of Bathonian, Callovian and Tithonian.

**Key words.** North Ustyurt, geological evolution, Jurassic, South Emba, Mountain Mangyshlak, paleogeography.

**А.Е. Абетов, А.Т. Ниязова, С.А. Абетова**  
(Satbayev University  
E-mails: niyazova.akma@mail.ru)

## ЮРСКИЙ ЭТАП В ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-УСТЬОРТСКОГО РЕГИОНА

**Аннотация.** На основании проведенных исследований установлено, что в Северо-Устюртском регионе в ранней юре – байосе, начале келловея и оксфорде аккумулировались аллювиальные, озерные и болотные отложения, выносимые реками с Центрально-Кызылкумского и Аральского нагорий, из Карабогазгольского, Актуумусского, Карабаурского, Центрально-Устюртского и Южно-Эмбенского и др. возвышенностей.

К концу байоса, в батском веке, среднем-позднем келловее, киммеридже большая часть Северного Устюрта превратилась в область морского седиментогенеза с карбонатным режимом седиментации. И только на его востоке сохранились условия прибрежной низменной аккумулятивной равнины с накоплением озерных преимущественно глинистых осадков.

Оживление тектонических движений, подъем отдельных блоков и некоторая перестройка структурного плана рассматриваемой территории и региональный размыв имели место на рубеже ранней и средней юры, в конце бата, келловея и титона.

**Ключевые слова.** Северный Устюрт, геологическое развитие, юра, Южная Эмба, Горный Манышлак, палеогеография.

Направление реконструкции юрских седименационных бассейнов Северо-Устюртского региона приобрело особую актуальность в связи с открытием залежей нефти и газа в юрских отложениях на ряде перспективных площадей Арстановской ступени, Куаныш-Коскалинского вала, Юго-Западного Приаралья, Култукской впадины и Бузачинского свода и др.

В исторической ретроспективе история геологического развития была предметом пристального внимания со стороны многих исследователей [1-9].

Авторы настоящей статьи пошли по пути компеляции этих работ и разработки собственной концепции юрской истории геологического развития Северо-Устюртского региона.

Обобщая сведения в публикациях этих авторов, с привлечением данных сейсморазведки МОГТ, глубокого бурения, грави- и магниторазведки в рамках настоящей статьи представлены результаты анализа юрской истории геологического развития Северо-Устюртского региона.

В соответствие с авторской концепцией дифференцированные блоковые подвижки земной коры и последующие эрозионно-денудационные процессы в конце триаса значительно трансформировали дневную поверхность Северо-Устюртского региона.

В нижней и средней юре здесь установилась длительная континентальная эпоха с накоплением аллювиально-озерно-болотных осадков.

### Ранняя юра

Поверхностный рельеф Северо-Устюртского бассейна седиментации представлял собой слаборасчлененную, наклоненную на запад низменную аллювиальную равнину, куда обломочный материал сносился реками с юго-востока (Центрально-Кызылкумское нагорье) и востока (Аральское нагорье), а также из расположенных в пределах седиментационного бассейна возвышенностей (Карабогазгольское, Центрально-Устюртское и др.).

Юго-западный борт бассейна, примыкающий к Карабогазской возвышенности, был заметно круче, чем северный, который, полого поднимаясь, сливался со слабо холмистой низменной равниной и Южной Эмбы (рис. 1).

Крупная, относительно глубокая, вытянутая в северо-западном направлении впадина намечается в пределах современной Самско-Култукской депрессии. В погруженных зонах впадины располагались вытянутые в субширотном или северо-западном направлении ложбины, выполненные аллювиальными осадками, и сопряженные с ними увалы (рис. 1).

По мере заполнения неровностей рельефа водный бассейн трансгрессировал на восток и на всей территории Северного Устюрта, за исключением приподнятых участков, установился единый озерный режим, в который из окружающих низменных холмистых равнин привносился преимущественно тонкозернистый глинистый материал [6].

Временами, в результате кратковременной активизации тектонических движений в областях сноса, происходило оживление эрозионной деятельности рек и в бассейн седиментации выбрасывался более грубый песчаный материал, создававший прослои различной мощности в глинистой толще.

Мелководные участки водоема, береговые зоны или старицы рек часто, заастая, становились торфяными болотами, которые впоследствии были преобразованы в прослои и линзы углей [3].

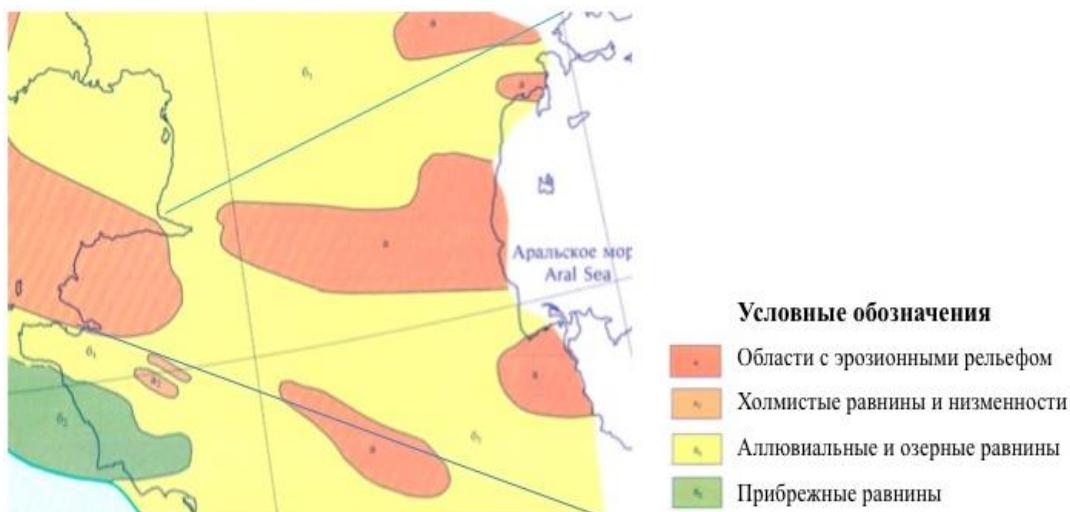


Рис. 1. Ранняя юра по данным [5]

Высота отдельных увалов достигала 80-100 м, что, несомненно, создавало благоприятные условия для формирования в последующем ловушек неструктурного типа.

Значительное преобладание в низах разреза нижнеюрских отложений грубообломочных пород (конгломератов, песчаников) свидетельствует о достаточно расчлененном рельефе областей сноса, располагавшихся также в юго-восточных и северо-восточных частях Северо-Устюртского бассейна седиментации в начале нижнеюрской эпохи.

К примеру, в Чушкакульской предгорной впадине, выполненной более 550-метровой толщей песчано-глинистых пород, скорость осадконакопления достигала более 25 м/млн лет, тогда как в пределах Северо-Устюртского седиментационного бассейна она не превышала 14 м/млн лет [2].

В ином тектоно-седиментационном режиме развивались Горный Мангышлак и Ассакеауданская депрессии, испытавших в лейасе интенсивное прогибание (рис. 1).

Таким образом, осадконакопление в лейасе протекало в режиме последовательного расширения площадей седиментации от небольших участков в наиболее погруженных зонах до всей площади современного распространения этих отложений в пределах Северо-Устюртской впадины.

Сформировавшаяся в конце лейаса (в тоарский век) почти стометровая толща монотонных глинистых осадков с незначительными прослойками песчаников [6], венчающая разрез нижнеюрских отложений, которая может служить региональной покрышкой для залежей углеводородов в последних.

Серая и темно-серая окраска пород, обилие рассеянной и концентрированной органики, характерный минералогический состав глин (каолинит, гидрослюдя) и другие признаки свидетельствуют о континентальном режиме осадконакопления при господстве гумидного климата.

### *Средняя юра*

После непродолжительного перерыва в осадконакоплении и оживления тектонической деятельности на границе ранней и средней юры, приведшей к некоторой перестройке структурного плана, началась садка мощных ритмично-переслаивающихся осадков средней юры.

В первой половине среднеюрской эпохи сформировалась более 1000 метровая толща аллювиальных, озерных, болотных осадков, стратифицированных как тонашинская (аален-низы нижнего байоса) и карадиирменская (байос) свиты (рис. 2).



Рис. 2. Средняя юра (аален-бат) по данным [4]

Тонашинская свита залегает на нижнеюрских образованиях с размывом. Сложена свита преимущественно грубообломочными породами (песчаниками, конгломератами) с подчиненными прослойками алевролитов и аргиллитов, доля которых несколько возрастает в верхней части разреза [9].

Одновременно в верхней части увеличивается количество и мощность угольных пластов.

Песчаники разнозернистые с четко выраженной косой односторонней слоистостью. Глинистые породы (алевролиты и аргиллиты) по своим литогенетическим признакам являются типичными осадками озер, речных пойм [2].

Отсутствуют отложения тонашинской свиты лишь в пределах Актумсукского поднятия и восточной части Карабаурского вала.

Без видимого перерыва осадки тонашинской свиты переходят в карадиирменскую свиту, мощностью 400-450 м, представляющую собой ритмично переслаивающуюся толщу аргиллитов, алевролитов и песчаников с пластами углей и углистых пород (толщиной 2-10 м) [2].

Мощность ааленских отложений изменяется от 60-80 до 350 м и более [2].

Угленосность и количество угольных пластов и прослоев увеличивается в восточном направлении (от северного склона Карабогазгольского поднятия на западе до Аккуловского поднятия на востоке).

Песчаники **байоса** полимиктовые, разнозернистые (рис. 3). Различаются два типа песчаников: 1) мелко- и тонкозернистые известковистые прибрежно-морские песчаники пляжей, отмелей и баров, хорошо отсортированные, с косоволнистой или полого-горизонтально-волнистой слоистостью, иногда с волноприбойными знаками; 2) более грубозернистые, менее сортированные с косой односторонней слоистостью.

Первый тип песчаников встречается только в западных районах Северо-Устюртского региона, тогда как второй распространен широко в восточных областях в виде русловых отложений, связанных с кратковременными оживлениями эрозионной деятельности рек или представляют собой алювиальные осадки.

Характерной особенностью байосских отложений являются также частые выклинивания или замещения литологических разностей – результат латеральной миграции фаций [6].

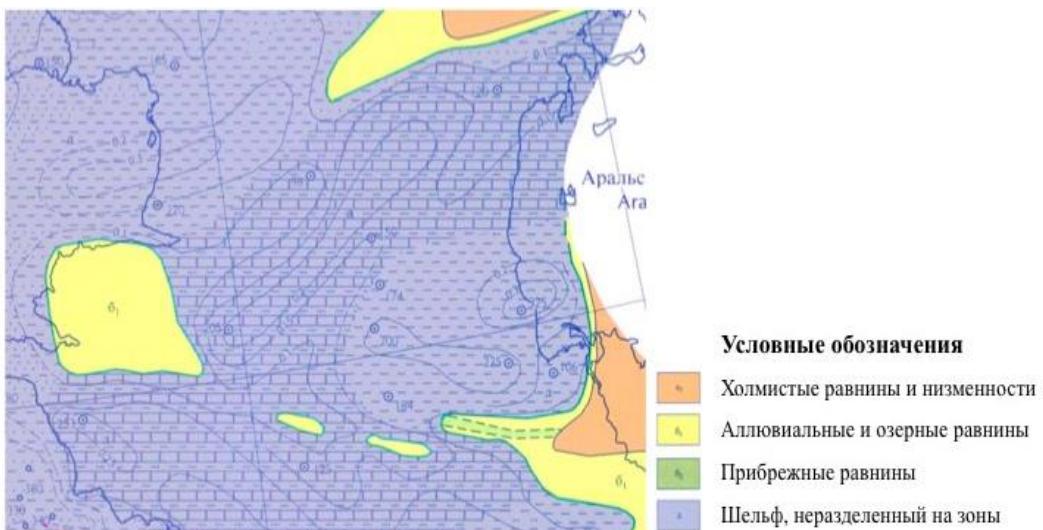
Осадконакопление в начале средней юры, как и в лейасе началось с заполнения депрессионных участков грубоозернистым материалом, в большом количестве выносившихся с достаточно расчлененных областей, унаследованно располагавшихся на юго-востоке (Арало-Кызылкумское нагорье, юго-западная часть Приаралья) и северо-востоке (Уральская возвышенность) региона исследований.

Отсюда транзитными реками выносился в озерный водоем, располагавшийся в акватории Аральского моря, Барсакальмесского и Косбулакского прогибов и Актуумсукского поднятия, преимущественно тонкопелитовый материал.

Значительное количество терригенного материала поставляло и Карабогозское поднятие, которое в начале докембрия представляло собой возвышенную холмистую равнину (рис. 3).

Большая часть Северного Устюрта к началу байоса превратилась в обширную низменную аккумулятивную равнину со стабильным режимом опускания. Наиболее устойчивое погружение испытывала Култукская депрессия (рис. 3), что способствовало проникновению на территорию первой в конце байоса морских вод.

Мелкое море, в котором временами происходила садка карбонатов, окаймляется широкой полосой прибрежной равнины в юго-восточной, северо-восточной и западной перифериях Северо-Устюртского региона.



**Рис. 3.** Средняя юра (байос) по данным [5]

Периодически при максимальных приливах морем в этой зоне зачастую возникали условия, благоприятные для торфонакопления, которые впоследствии дали, по-видимому, наибольшее количество угольных пластов, обладавших значительной выдержанностью (паралический тип).

Теплый и влажный климат благоприятствовал обогащению осадков байоса рассеянным органическим веществом как гумусового, так и сапропелевого состава, а восстановительные геохимические условия седиментации способствовали массовому захоронению его, ставшего впоследствии источником генерации углеводородов.

После непродолжительного перерыва и оживления тектонических движений, приведших к незначительному размыву нижележащих отложений, начали формироваться осадки батского яруса.

**В батском веке** продолжилось общее опускание Северо-Устюртского региона, однако с меньшей амплитудой прогибания на что указывает сравнительно узкий интервал колебаний мощностей батских отложений (100-150 м) (рис. 4).

Литологически отложения батского яруса представлены разнозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, мергелями и известняками. Встречаются многочисленные пласты и прослои углей и углистых пород. Песчаники бата по своим литогенетическим признакам относятся к русловым, дельтовым, прибрежно-морским (пляжи, отмели) [6].

Дельтовые песчаники характеризуются крупной косой слоистостью, наличием следов размывов, погоризонтным скоплением глинистой гальки и обугленных стеблей растений, в

отдельных участках повышенной карбонатностью. Они встречаются в южных зонах, примыкающих к Карабогозгольскому поднятию [Баранова и др., 1963].

Прибрежно-морские песчаники хорошо отсортированные, известковистые с тонкой косослоистой и перекрещивающейся слоистостью и волноприбойными знаками отмечаются в верхах разреза бата в Горном Манышлаке.



Рис. 4. Средняя юра (бат) по данным [5]

Центральные районы Карабогозской и Бузачинской низменных холмистых равнин представляли собой, по-видимому, высокие холмы и гряды, откуда периодически выносился относительно грубоэзернистый материал, который создавал вокруг склона суши шлейфы грубоэзернистых осадков (рис. 4).

Таким образом, с запада на восток происходит изменение фациально-палеогеографических обстановок от мелкого моря (внутреннего шельфа), прибрежной равнины, периодически заливаемой морем к континентальной низменной аккумулятивной равнине, в пределах которой располагалось обширное пресноводное озеро, занимавшее значительную часть Северного Устюрта и акваторию Аральского моря и заполнявшееся преимущественно глинистыми осадками [6].

Климат батского века, судя по окраске пород, обилию органики, пластов углей и углистых пород был теплым и влажным. Лишь в конце батского века, видимо, произошла кратковременная аридизация климата, что устанавливается по появлению в верхах разреза тонких прослоев гипса [Савельев, Быкова и др., 1967] и пыльцы классополлис.

#### Поздняя юра

Начало позднеюрской эпохи знаменуется широкой трансгрессией морского бассейна в котором происходило накопление в начале терригенных, затем - карбонатных и терригенно-карбонатных осадков.

В келловейском веке продолжилось общее опускание Северо-Устртского бассейна седimentации. Области сноса унаследованно располагаясь там, где они были в среднеюрскую эпоху, превратились в низменные холмистые равнины, откуда выносился реками преимущественно мелкообломочный материал [2].

Формирование келловейских отложений происходило в различных фациально-палеогеографических условиях. В начале века в Северо-Устртском бассейне седimentации существовали условия низменной аккумулятивной равнине с накоплением сероцветных и пестроцветных терригенных песчано-глинистых осадков.

С середины келловея море проникло в западные районы Северного Устюрта, захватив Манышлак, когда в спокойной обстановке стали отлагаться глины, мергели, известняки. Состав фауны свидетельствует о нормальной соленосности моря.

Морской бассейн обрамлялся с востока обширной прибрежной равниной. Она глубокими языками вдавалась в пределах низменной аккумулятивной равнине, окружающей на западе холмистую денудационную равнину.

Эпизодически в прибрежную равнину проникали морские воды, способствовавшие повышению карбонатности осаждавшегося здесь терригенного материала или выпадению карбонатных илов, которые в виде прослоев глинистых известняков встречаются в разрезах отдельных скважин.

Климат келловейского времени был вначале теплым, влажным, что способствовало пышному расцвету растительной органики и торфонакоплению (угольные пласты на площадях Байтерек, Теренкудук); в конце века становится аридным, на что указывают преобладание в составе глинистых минералов набухающих компонентов, появление палыгорскита, а в спорово-пыльцевом комплексе пыльцы *Classopollis* [Зхус и др., 1978].

После непродолжительного подъема территории в конце келловея, обусловившего незначительный размыв келловейских отложений, территория Северного Устюрта была вовлечена в новое более интенсивное погружение.

Наибольшему прогибанию подвергались Северо-Бузачинский прогиб и Барсакельмесская депрессия, где мощности оксфордских отложений достигают 150-200 м и более [Воцалевский Э.С.].

Горный Мангышлак и восточное продолжение Бузачинского нагорья, а также Южно-Эмбенская зона, включая северные участки Северного Устюрта заметно отставали от общего погружения территории и в их пределах, за исключением западной части Южной Эмбы, сформировались небольшой мощности (35-70 м) терригенные и терригенно-карбонатные образования [8].

**В оксфордское время** в Северо-Устюртском бассейне седиментации, в обстановке низменной прибрежной равнине происходило накопления песчано-глинистых осадков. Среди них иногда появляются прослои известняков или отмечается локальное повышение карбонатности, свидетельствуя о периодическом поступлении морских вод в пределы этой низменности.

Этот режим осадконакопления развит в пределах центральной части Южно-Эмбинского поднятия, Горного Мангышлака, Центрально-Устюртской системы дислокации, на востоке охватывающей акваторию Аральского моря, в восточной части которого располагался обширный озерный водоем.

Здесь накапливались песчано-глинистые осадки аллювиально-озерного генезиса, окрашенные зачастую в коричневые, фиолетовые, сиреневые, светлосерые и серые цвета, подчеркивая формирование их в условиях более засушливого климата и окислительной геохимической обстановки [3].

Типично-морские карбонатные и терригенно-карбонатные образования развиты к северу от Бузачинского поднятия (рис. 5) [8].

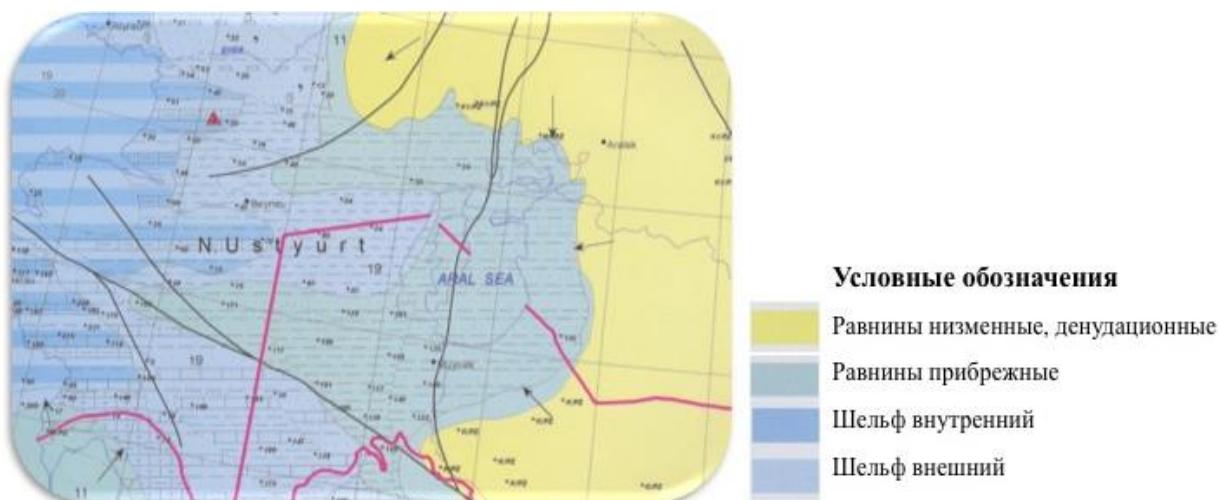


Рис. 5. Поздняя юра (оксфорд) по данным [4]

Известняки оксфорда серые, светло-серые, белые, иногда с сиреневым оттенком, микрокристаллические, плотные, участками битуминозные. Обилие фауны аммонитов, пелеципод, брахиопод, мшанок, лилий и других представителей, обитающих в обстановке мелководного бассейна, свидетельствуют о нормально-морских условиях седиментогенеза.

Относительно глубоководное море (внешний шельф) существовало, видимо, во внутренних районах Северного Устюрта, где накапливался преимущественно известняковый литолого-фаунистический комплекс.

В пределах Бузачинского свода значительное развитие глинистых отложений (с небольшой примесью песчаных разностей) и хемогенных пород свидетельствует о том, что унаследованные с ранней юры области сноса превратились в низменную холмистую равнину.

Климат, как и конце келловейского века, продолжает оставаться аридным.

**Кимеридж-титонскому** седиментационному циклу предшествовал непродолжительный перерыв в осадконакоплении, во время которого произошел незначительный размыг нижележащих отложений.

Кимериджинские отложения представлены широким набором фациальных комплексов. Наиболее распространенные - типично морские карбонатные отложения с незначительной примесью песчаного материала. Они занимают всю территорию Северного Устюрта.

На востоке последнего (Барсакельмесская депрессия) развиты в основном морские глинистые образования с редкими прослоями карбонатов, а в юго-восточном Приаралье лагунные накопления - доломиты, пестроцветные глины [1].

Видимо, с юго-востока мелководное карбонатное море окаймлялось довольно обширной лагуной, примыкавшей к Карабогазской низменной холмистой равнине.

В районе Байчагырского выступа (Токубай, Ирдалы) разрез кимериджа сложен преимущественно песчаниками (до 80 %) с маломощными прослоями глин в верхней части и, по-видимому, представляют собой осадки подводных отмелей, которые далее протягиваются на восток к Айбутир-Шорджинскому поднятию [2].

Структурный план кимериджского времени остается таким же, как и в оксфорде. Наиболее прогнутыми участками, как и ранее, являются Южно-Мангышлакско-Устюртский и Южно-Эмбенский; наиболее приподнятым - зона Центрально-Устюртской дислокаций.

Титонский ярус на Северном Устюрте выделяется условно. Он представлен доломитами и доломитизированными органогенно - обломочными, реже тонкозернистыми известняками, с редкими прослоями черных битуминозных глин и светло-серых ангидритов, сформировавшихся в обстановке обширных лагун, являвшихся, вероятно, реликтами морского бассейна кимериджского времени.

На всей территории сохраняется типично аридный климат. К концу позднеюрской эпохи произошло резкое обмеление и уменьшение кимеридж-титонского бассейна.

Оживление тектонических движений привело к подъему отдельных блоков рассматриваемой территории и региональному размыгу кровли верхнеюрских отложений. Некоторые исследователи [Чакабаев С.Е., Кононов В.М., Воцалевский Э.С. и др., 1967] не исключают возможности конседиментационного подъема отдельных блоков, размыва слагающих их осадочных образований и синхронного их накопления в наиболее погруженных участках Северо-Устюртского прогиба.

### Выходы

В ранней юре в Северо-Устюртском бассейне седиментации аккумулировались аллювиальные отложения, выносимые реками с Центрально-Кызылкумского и Аральского нагорий, из Карабогазгольского, Центрально-Устюртского и Южно-Эмбенского и др. возвышенностей.

В конце ранней юры в результате трансгрессии на большей части Северного Устюрта установился единый озерный водоем, в который из окружающих низменных холмистых равнин привносился преимущественно тонкозернистый глинистый материал.

Сформировавшаяся в конце лейаса почти стометровая толща монотонных глинистых осадков с незначительными прослоями песчаников, может служить региональной покрышкой для залежей углеводородов в последних.

Среднеюрский период седиментации начался с садки мощных ритмично-переслаивающихся осадков, сформированных аллювиальными, озерными, болотными осадками (акватория Аральского моря, Барсакельмесский и Косбулакский прогибы, Актуумсукское поднятие).

Областями денудации были расчлененные области, унаследованно располагавшиеся на юго-востоке (Арало-Кызылкумское нагорье, юго-западная часть Приаралья) и северо-востоке (Уральская возвышенность) региона исследований, а также Карабогазское поднятие, Актуумсукское поднятие и восточная часть Карабаурского вала.

К началу байоса большая часть Северного Устюрта превратилась в обширную низменную аккумулятивную равнину со стабильным режимом опускания, что способствовало проникновению в конце байоса морских вод с карбонатным режимом седиментации.

В юго-восточной, северо-восточной и западной перифериях Северо-Устюртского региона размещалась широкая полоса прибрежной равнины, заливаемой периодически при максимальных приливах морем.

Теплый и влажный климат благоприятствовал обогащению осадков байоса рассеянным органическим веществом как гумусового, так и сапропелевого состава, а восстановительные геохимические условия седиментации способствовали массовому захоронению его, ставшего впоследствии источником генерации углеводородов.

**В батском веке** продолжилось общее опускание Северо-Устюртского региона. С запада на восток происходит изменение фациально-палеогеографических обстановок от мелкого моря, прибрежной равнины к континентальной низменной аккумулятивной равнине с накоплением озерных преимущественно глинистых осадков.

Центральные районы Карабогазской и Бузачинской низменных холмистых равнин представляли собой области сноса, откуда периодически выносился относительно грубозернистый материал.

**В келловейском веке** продолжилось общее опускание Северо-Устюртского бассейна седиментации. Области сноса унаследованно располагаясь там, где они были в среднеюрскую эпоху, откуда выносился реками преимущественно мелкообломочный материал.

В начале века в Северо-Устюртском бассейне седиментации существовали условия низменной аккумулятивной равнины с накоплением сероцветных и пестроцветных терригенных песчано-глинистых осадков.

С середины келловея море проникло в западные районы Северного Устюрта, захватив Мангышлак, когда в спокойной обстановке стали отлагаться глины, мергели, известняки. Морской бассейн обрамлялся с востока обширной прибрежной равниной.

Горный Мангышлак и восточное продолжение Бузачинского нагорья, а также Южно-Эмбенская зона, включая северные участки Северного Устюрта заметно отставали от общего погружения территории и в их пределах сформировались небольшой мощности терригенные и терригенно-карбонатные образования.

**В оксфордское время** в Северо-Устюртском бассейне седиментации, в обстановке низменной прибрежной равнины происходило накопления песчано-глинистых осадков.

Среди них иногда появляются прослои известняков свидетельствующие о периодическом поступлении морских вод в пределы этой низменности (центральная часть Южно-Эмбинского поднятия, Горный Мангышлак, Центрально-Устюртская системы дислокации, акватория Аральского моря)

Относительно глубоководное море (внешний шельф) существовало, видимо, во внутренних районах Северного Устюрта, где накапливался преимущественно известняковый литологический комплекс.

В кимерджинское время на территории Северного Устюрта накапливались типично морские карбонатные отложения с незначительной примесью песчаного материала.

С юго-востока мелководное карбонатное море окаймлялось довольно обширной лагуной, примыкавшей к Карабогазской низменной холмистой равнине.

Структурный план кимериджского времени остается таким же, как и в оксфорде. Наиболее прогнутыми участками, как и ранее, являются Южно-Мангышлакско-Устюртский и Южно-Эмбенский; наиболее приподнятым - зона Центрально-Устюртской дислокаций.

Оживление тектонических движений, подъем отдельных блоков и некоторая перестройка структурного плана рассматриваемой территории и региональный размыт имели место на рубеже ранней и средней юры, в конце бата, келловея и титона.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абидов А.А., Бабаджанов Т.Л., Нугманов А.Х., Киршин А.В., Долгополов Ф.Г., Абдуллаев Г.С., Жумаев Х.Б., Соколов В.И. Нефтегазоносность Устюртского региона в свете его геолого-геофизических особенностей // Казахстанское геологическое общество «КазГЕО». – Алматы, 2004. – 473 С.
- [2] Нурмамбетов Э.И. Геоморфология Аラло-Каспийского региона // Казахстанское геологическое общество «КазГЕО». – Алматы, 2004. – 473 С.
- [3] Акрамхождаев А.М. и др. Литология, условия образования и нефтегазоносность доюрских отложений Устюрта. – Ташкент: Фан, 1979. – 58 с.
- [4] Милетенко Н.В., Федоренко О.А. Атлас литолого-палеогеографических, структурных, палинспластических и геоэкологических карт Центральной Евразии. Масштаб 1:7500000. – Алматы: Научно-исследовательский институт природных ресурсов ЮГГЕО, 2002. – 132 с.
- [5] Алексеев М.Н., Пущаровский Ю.М., Грамберг И.С., Басов В.А., Берсенев И.И., Блажчишин А.И., Гейл Н., Друшиц В.А., Дундо О.П. и др. Атлас палеогеографических карт. Шельфы Евразии в мезозое и

кайнозое. Карты. Масштаб: 1:7500000 и 1:5000000. – М.: Геологический институт Академии Наук СССР, 1992. – 104 с. 129 карт.

[6] Ужженов Б.С., Мазуров А.К., Быкадоров В.А., Смирнов А.В., Федоренко О.А. Палеогеография и геодинамика Казахстана и сопредельных территорий // Сб. Геонауки в Казахстане. Доклады казахстанских геологов на МГК-32. – Москва, 2004. – С. 39-54.

[7] Обрядчиков О.С., Таскинбаев К.М. Геодинамическая природа осадочного чехла и перспективы нефтегазоносности Арало-Каспийского региона // Казахстанское геологическое общество «КазГЕО». – Алматы, 2004. – 473 С.

[8] Волож Ю.А., Леонов Ю.Г., Быкадоров В.А., Антипов М.П. Строение и перспективы нефтегазоносности зоны сочленения Прикаспийской впадины со Скифской и Западно-Турецкой плитами // Сб. Прикаспийская впадина: Актуальные проблемы геологии и нефтегазоносности. – Атырау, 2012. – С.50-64.

[9] Антипов М.П., Быкадоров В.А., Волож Ю.А., Куандыков Б.М., Соборнов К.О. Structural peculiarities and petroleum habitat of the Pre-uralium marginal foreland system // Каспийский регион: проблемы строения и нефтегазоносности глубокозалегающих комплексов и генетическая природа углеводородов. – Алматы, 2015. – С. 52-67.

[10] Абетов А.Е., Волож Ю.А., Ниязова А.Т. Корреляционный анализ основных границ осадочного чехла Северо-Устюртского региона // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 12. – С. 179–188.

[11] Абетов А. Е., Ниязова А. Т., Саурыков Ж. Ж. Объемное моделирование точек эйлера для геоплотностных и геомагнитных моделей Северо-Устюртского региона в программном пакете Geosoft Oasis Montaj // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2017. – Т. 426. – № 6. – С. 171 – 177.

Абетов А.Е., Ниязова А.Т., Абетова С.А.

#### Солтүстік Устірт өңірінің юра кезеңіндегі геологиялық даму тарихы

**Түйіндеме.** Жұргізілген зерттеулер негізінде Солтүстік-Устірт аймағында ерте юра – байоста, оксфорд пен келловейдің басында аллювияльді, көлді және батпақты шөгінділер шоғырлары Карабогазгол, Ақтүмсық, Қарабауыр, Орталық-Устірт пен Оңтүстік-Ембі және т.б. биіктіктерден Орталық-Қызылқұм мен Арал таулы қыраттарының өзендерінен шығарылатыны анықталған.

Киммеридж, ортанғы-кейінгі келловей, бат ғасырында, байостың соңына қарай Солтүстік Устірттің үлкен бөлігі седиментацияның карбонатты режимі бар теңіздік седиментогенез аймағына айналған. Тек оның шығысында көлді, әсіресе сазды шөгінділердің жиналуымен жағалаудағы ойпатты аккумулятивті жазықтық жағдайы сақталған.

Тектоникалық қозғалыстардың жандануы, жекелеген блоктардың көтерілуі және қарастырылып отырған аумақтың кейір құрылымдық жоспарының қайта құрылуы және де аймақтық шайылу ерте және орта юра шегінде, титон, келловей және баттың соңында орын алған.

**Түйін сөздер.** Солтүстік Устірт, геологиялық даму, юра, Оңтүстік Ембі, Таулы Манғышлак, палеогеография.

УДК 504.3.054

A.N. Daulbayeva

(Narxoz University, Almaty, Kazakhstan)

\*E-mail: almira\_geo@mail.ru

#### THE INFLUENCE OF SPECIAL METEOROLOGICAL FACTORS ON THE LEVEL OF AIR POLLUTION IN THE CITY OF ALMATY.

**Abstract.** Air pollution in the city of Almaty remains the most acute environmental problem. The author explores changes in the concentrations of major pollutants in the air depending on the seasons of the year and various meteorological situations in the city of Almaty. On the example of five years, the periods favorable and not favorable for dispersion of pollutants in the city are considered. The repeatability of the number of cases (%) with an excess of MAC m.o. for the main substances in different seasons. It was revealed that the level of air pollution in the city varies depending on the season of the year and depends on particularly unfavorable meteorological conditions in this urbanized area.

**Key words:** air pool, pollutants, MAC, API

А.Н. Даулбаева

(НАО «Университет Нархоз» Алматы, Республика Казахстан

\*E-mail: almira\_geo@mail.ru)

## ВЛИЯНИЕ ОСОБЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА В ГОРОДЕ АЛМАТЫ

**Аннотация** Загрязнение воздушного бассейна г. Алматы остается наиболее острой экологической проблемой. Автор исследует изменения концентраций основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в зависимости от сезонов года и различных метеорологических ситуаций в г. Алматы. На примере пяти лет рассмотрены периоды благоприятные и не благоприятные для рассеивания ЗВ в городе. Показана повторяемость числа случаев (%) с превышением максимально разовых ПДК по основным веществам в разные сезоны. Выявлено, что уровень загрязнения атмосферного воздуха города изменяется в зависимости от сезона года и зависит от особо складывающихся неблагоприятных метеорологических условий, данной урбанизированной территории.

**Ключевые слова:** воздушный бассейн, загрязняющие вещества, ПДК, ИЗА.

### Введение

Загрязнение воздуха в крупных городах – одно из важных приоритетных направлений защиты окружающей среды, обеспечивающих снижение риска для здоровья населения [1,2]. Алматы на протяжении последнего десятилетия является одним из самых загрязненных городов Казахстана.

На территории каждого города, вне зависимости от его размеров, архитектурно-планировочных и техногенных особенностей формируется местный климат, который отличается от климата пригородной территории, в литературе он получил название *климат города* [3,4]. При этом повторяемость и частота повышенных концентраций зависят преимущественно от географического положения территории местности. А, город Алматы расположен на границе степного и высокогорного районов, у подножия гор Заилийского Алатау.

Поэтому загрязнение воздушного бассейна города, безусловно, на сегодняшний день острая экологическая проблема, обусловленная особым расположение города, который находится во впадине, что ведет к возникновению частых приземных инверсий, которые наблюдаются в основном в зимние времена. Как известно, на уровень загрязнения и распространение вредных примесей в приземном слое атмосферы существенно влияют метеорологические факторы. Так перенос и рассеивание вредных примесей, поступающих в атмосферу, происходит по законам турбулентной диффузии т.е. зависит от вертикального распределения температуры и скорости ветра [5,6,7]. Кроме того за последние годы, современная застройка города препятствует естественному движению воздушных потоков в горизонтальном направлении, где и так часто наблюдается безветрие.

Необходимо отметить, что основными загрязнителями атмосферного воздуха в Алматы, из которых складывается ИЗА (индекс загрязнения атмосферы), являются диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода и взвешенные вещества, именно они в основном и определяют экологический риск загрязнения атмосферы и негативно влияют на здоровье человека.

Поэтому была поставлена задача, изучить, годовой ход концентрации выше обозначенных веществ, в различные сезоны годы, при этом выявить повторяемость числа случаев (%) с превышением ПДК м.р (максимально разовых) по основным веществам в различные сезоны года за последние пять лет.

### Материалы и методы исследования

Основными методами исследования выбраны сравнительно – аналитический, физико – статистический и математическая обработка эмпирических данных.

Автором были проанализированы результаты средних показателей качества атмосферного воздуха по данным шестнадцати стационарных постов наблюдений за пятилетний период.

### Результаты исследования

На сегодняшний день, основным загрязнителем для Алматы, остается автотранспорт, так по оценке экспертов «Экосервис-С» в 2017 году основной экологический ущерб около 65% загрязняющих веществ, мегаполис получил от передвижных источников [8]. В городе зарегистрировано более 520 тысяч автомобилей и еще около 250 тысяч каждый день въезжают в Алматы из других регионов. Это создает колossalную нагрузку на экологию города.

Такие источники как теплоэлектростанции, также оказывают влияние на окружающую среду, хотя за последние времена были реконструированы в разной степени, но они по-прежнему выбрасывают

в атмосферу большое количество вредных веществ. По этому поводу, было много критики по недостоверной информации о количестве выбросов, от этих источников.

Значительный интерес представляют данные по ИЗА, комплексного показателя, характеризующего степень загрязнения атмосферы (рис 1).

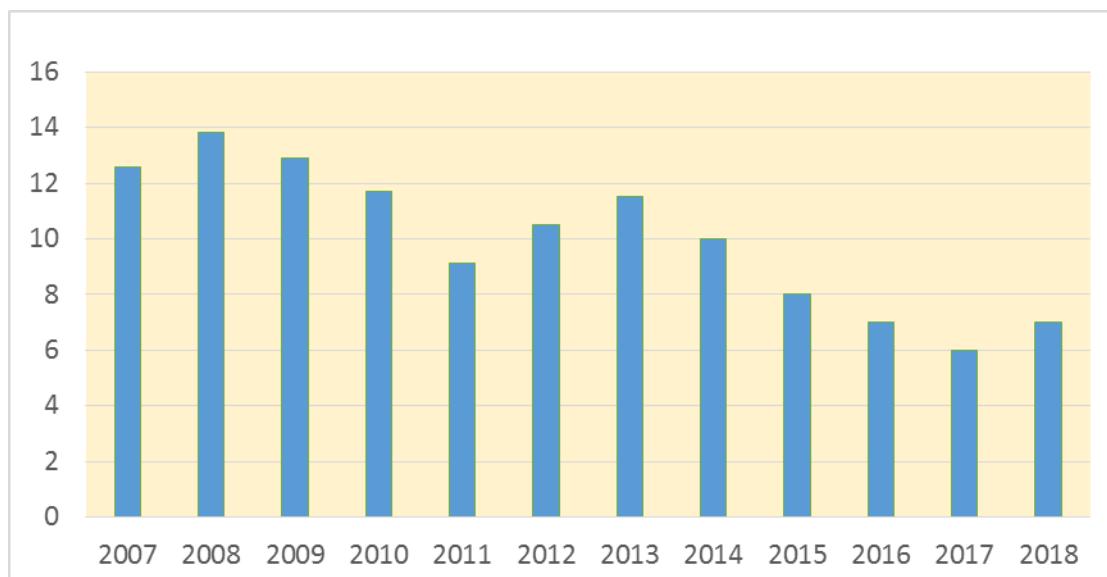


Рис. 1. Индекс загрязнения атмосферы города Алматы с 2007-2018гг

По представленным данным видно, что в последние годы наблюдается тенденция стабильного снижения ИЗА, так, в 2018 г. он упал до 7 показателей [9]. Хотя надо отметить, что и этот показатель приравнивается к довольно высокому значению. Но если рассматривать ИЗА по сезонам года, то можно увидеть разницу между зимним и летним периодами (рис 2).

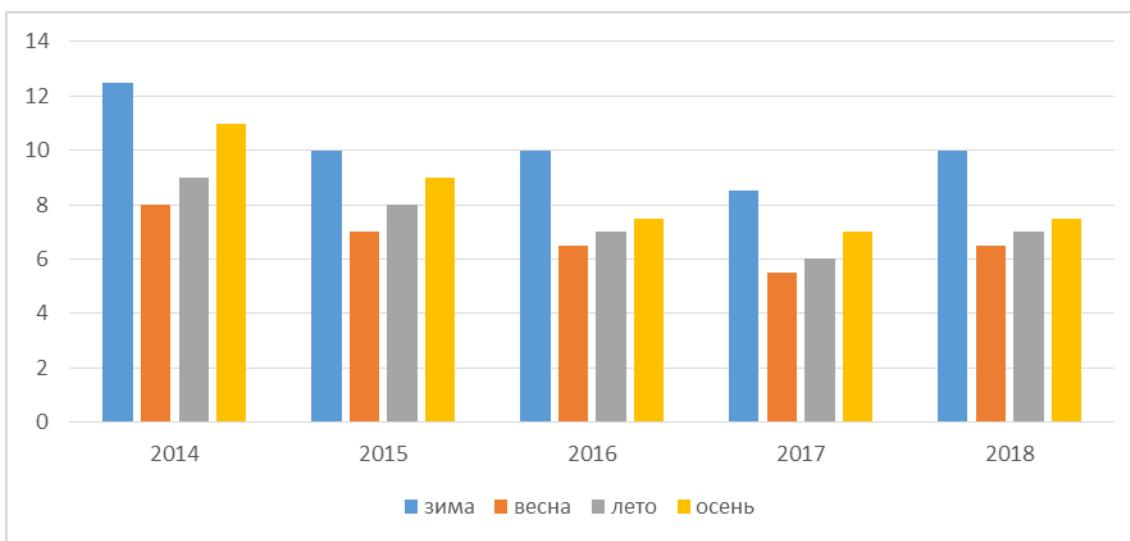


Рис. 2. ИЗА по сезонам года за 2014-2018гг.

Из рисунка видно, что высокий уровень загрязнения по всем основным веществам сохраняется в основном в зимние времена, а в теплый период идет стабильное снижение. Так, индекс загрязнения несколько снижается в весенне - летние времена, когда изменяются основные метеорологические показатели, особенно ветровой режим, и синоптическая ситуация в целом.

Важными характеристиками статистического анализа являются повторяемость случаев с загрязнением, превышающем уровень предельно допустимой концентрации и индекс загрязнения атмосферы. Предельно допустимая концентрация - это такая концентрация вредных веществ, которая не оказывает неблагоприятного воздействия на все живые организмы.

Исходя из полученных результатов, по осредненным данным за исследуемый период, был построен график повторяемости числа случаев (%) с превышением ПДКм.р основных загрязняющих веществ (рис 3).

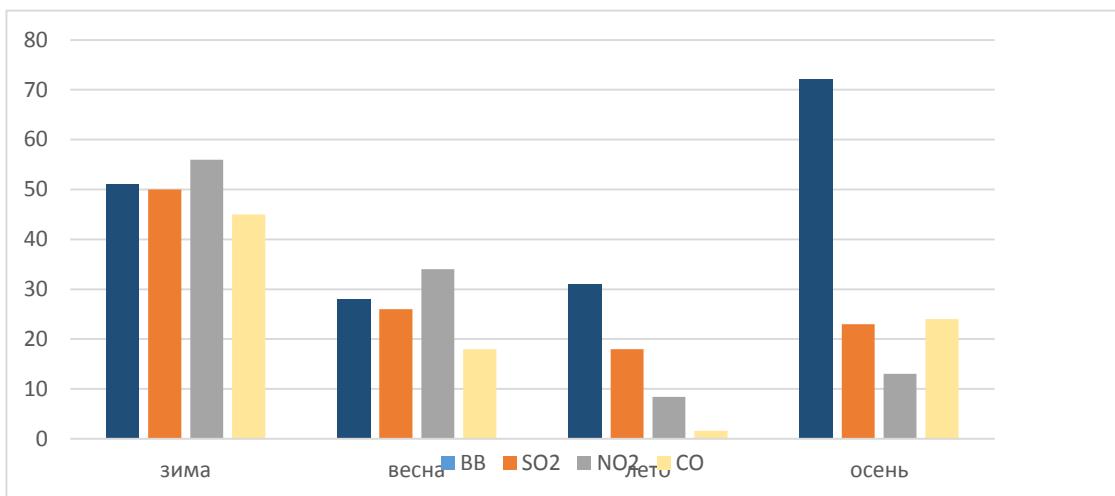


Рис. 3. Повторяемость числа случаев (%) с превышением ПДКм.р. по основным веществам в разные сезоны года.

Из представленных данных видно, что между основными загрязняющими веществами (диоксид серы, взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода) в разные периоды наблюдается большая разрозненность в повторяемости числа случаев (%) с превышением максимально разовых ПДК. Так наибольшая ПДК приходится на диоксид азота в зимний и весенний периоды, тогда как его показатели в летний период значительно снижаются. Надо отметить, что по сравнению с остальными примесями, повторяемость NO<sub>2</sub>, превышающая предельно допустимые концентрации, довольно высокая, особенно в холодное время года. Так в феврале 2016 года наблюдалось 660 случаев превышения данного показателя.

Высокими значениями повторяемости также выделяется такой загрязнитель, как взвешенные вещества, особенно в осенний период. Осенний максимум обусловлен сильным высыханием почвы за лето и в течении осени в связи с отсутствием осадков во второй половине лета и первой половине осеннего периода [10,11,12].

Необходимо отметить, что высокими показателями характеризуется также оксид углерода. Так, в зимнее время количество превышений довольно значительное, например в феврале 2016 г. наблюдалось 860 случаев превышения максимально разовых ПДК. Такое высокое содержание загрязнений происходит в основном в антициклоне или в малоградиентном поле повышенного давления, где концентрация примесей достигает своих экстремально высоких значений и большой продолжительности, в летнее же время периоды с высоким загрязнением бывают намного короче [13,14].

По сравнению со всеми сезонами года апрель является самым чистым, чему способствуют частые вторжения циклонов в это время года, следовательно, усиление ветра и выпадение осадков (всего зарегистрировано максимум 50 случаев превышения ПДК м.р. за исследуемые годы).

Изучение метеорологических условий показало, что самые интенсивные ветры наблюдаются именно в это время года, и именно в апреле горно-долинная циркуляция хорошо прослеживается во всей доступной наблюдению толще атмосферы. То есть, устойчивая циркуляция ветра в нижнем 500-метровом слое способствует самоочищению атмосферы [15]. К тому же процесс конвекции накладывается с горно-долинной циркуляцией, усиливая эффект самоочищения атмосферы.

Исключительно низкая концентрация загрязняющих веществ имела место в мае 2017 г., когда Р> 0,35 не наблюдалось вообще ни в один из изучаемых дней, что связано с большим количеством осадков в этот период (выпало 218 мм, при норме - 104 мм). Так, для сравнения в 2015 г. в мае выпало всего 50 мм осадков и превышения ПДК наблюдалось по всем загрязнителям, по диоксиду азота число случаев с превышением составило 1155 раз.

### Заключение

Содержание примесей в городском воздухе и, соответственно, уровень загрязнения зависит от особенности развития метеорологических и синоптических процессов. Анализ случаев высокого загрязнения воздуха выявил характеристики синоптических процессов, способствующих созданию высоких уровней загрязнения воздуха.

Для состояния атмосферы представляет опасность приземная инверсия температуры в сочетании со слабым ветром, т.е. ситуация застоя воздуха. При наличии штилевого слоя от поверхности земли до уровня 30 м концентрации вредных веществ от некоторых источников увеличиваются на 70%.

В зимний сезон, по данным наблюдений за 5-летний период, отмечалась наибольшая повторяемость приземных инверсий при скорости ветра 0-1 м/с. А, в теплый период, чаще всего наблюдающиеся летом малоградиентные поля пониженного давления у подстилающей поверхности приводят к неустойчивому состоянию атмосферы, где наблюдаются хотя и слабые восходящие потоки. За счет чего высота слоя перемешивания увеличивается, наблюдается хорошо развитая конвекция, и частицы пыли не оседают в нижней части атмосферы, а, наоборот, выносятся за пределы пограничного слоя атмосферы.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Арыстанбекова Н.Х. Моделирование загрязнения воздушного бассейна города Алматы. - Алматы: Дайк-Пресс, 2011. - 178 с.
- [2] Kinney PL. Climate change, air quality, and human health. //Am J Prev Med. – 2008. – 35. - №5. - P. 459–467.
- [3] Столльберг Ф.В. Экология города. - К: Либра, 2000. - 464 с.
- [4] Araos M., Berrang-Ford L., Ford J. D. and etc. Climate change adaptation planning in large cities: A systematic global assessment // Environmental Science & Policy. – 2016. – 66. – P. 375-382.
- [5] Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнение атмосферы. - Л: Гидрометеоиздат, 1975. – 448 с.
- [6] Wang, X., Wang, K., Su, L. Contribution of Atmospheric Diffusion Conditions to the Recent Improvement in Air Quality in China // Scientific reports. – 2016. - 6, 36404. - <https://doi.org/10.1038/srep36404> scientific reports
- [7] Jones, A.M., Harrison, R.M., Baker, J. The wind speed dependence of the concentrations of airborne particulate matter and NOx // Atmos. Environ. – 2010. - 44(13). – P.1682–1690.
- [8] Как решают проблему загрязнения воздуха в Алматы // Источник: <https://www.zakon.kz/5005908-kak-reshayut-problemu-zagryazneniya.html>
- [9] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2007 – 2018гг. // Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан. Казгидромет. – Алматы, 2007 – 2018гг.
- [10] Liu X., Li C., Tu H., and etc. Analysis of the effect of meteorological factors on PM2.5-associated PAHs during autumn-winter in urban Nanchang // Aerosol Air Qual. Res. - 2016. – 16. – P. 3222–3229.
- [11] Kozáková J., Pokorná P., Cerníková A. and etc. The association between intermodal (PM1–2.5) and PM1, PM2.5, coarse fraction and meteorological parameters in various environments in Central Europe // Aerosol Air Qual. Res. - 2017. – 17. – P.1234–1243.
- [12] Hsu C.Y., Chiang, H.C., Lin, S.L and etc. Elemental characterization and source apportionment of PM10 and PM2.5 in the western coastal area of central Taiwan // Sci. Total Environ. – 2016. – 541. – P. 1139–1150.
- [13] Чередниченко В.С. О статистическом методе расчета турбулентности в атмосфере // Тр.КазНИГМИ. - 1985. - С.150-153
- [14] Pang X, Mu Y, Lee X. and etc. Influences of characteristic meteorological conditions on atmospheric carbonyls in Beijing, China // Atmos Res. – 2009. – 93. -P. 913–919.
- [15] Zanobetti, A., Peters, A. Disentangling interactions between atmospheric pollution and weather // Journal of epidemiology and community health. – 2015. – 69. – P. 613–615.

Даулбаева А.Н.

**Алматы қаласындағы ауаның ластану деңгейіне кейбір метеорологиялық факторлардың әсері.**

**Түйіндеме.** Алматы қаласында ауаның ластануы ең өзекті экологиялық мәселе болып қалады. Автор жыл мезгілдеріне және Алматыдағы түрлі метеорологиялық жағдайларға байланысты аудадағы негізгі ластаушы заттардың концентрациясының өзгеруін зерттейді. Мысал ретінде соңғы бес жылдағы қала ішінде ластаушы заттардың қолайлы және қолайсыз кезеңдері қарастырылған. Әртүрлі мезгілде кейбір заттардың ШРК артуы пайызынан жиі қайталанғаны көрсетілген. Сондай-ақ қалада ауаның ластану деңгейі жылдың мезгіліне байланысты өзгеретіні және де урбандалған аудандарғы метеорологиялық жағдайларға байланысты екені анықталды.

**Түйінді сөздер:** ауа бассейні, ластаушы заттар, ШРК, АЛИ

**<sup>1</sup>Kh.S. Yevloyeva, <sup>1</sup>S.D. Atabayeva, <sup>2</sup>S.V. Didorenk, <sup>1</sup>R.A. Alybayeva, <sup>1</sup>G.K. Kamshybayeva**

(<sup>1</sup>al-Farabi Kazakh national University., Almaty, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup>LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing"v, Almalybak v.

Almaty region, Republic of Kazakhstan.

E-mail: <sup>1</sup>khavayevloyeva@gmail.com)

## IRON AND CALCIUM CONTENT IN SOME SOY VARIETIES

**Abstract.** The article presents the results of determining the quantitative content of iron and calcium in soybean varieties grown in the Almaty region. The analysis was carried out by atomic adsorption method. The obtained data allow us to recommend the "Almaty" variety in the production of pharmacological drugs for the prevention and treatment of bone diseases and anemia.

**Keywords:** soy, iron ions, calcium ions, atomic adsorber, osteoporosis, anemia

**<sup>1</sup>Х.С. Евлоева, <sup>1</sup>С.Д. Атабаева, <sup>2</sup>С.В. Дидоренко, <sup>1</sup>Р.А. Алыбаева, <sup>1</sup>Г.К. Камшыбаева**

(<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»,

Республика Казахстан,

E-mail: <sup>1</sup>khavayevloyeva@gmail.com)

## СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА И КАЛЬЦИЯ В НЕКОТОРЫХ СОРТАХ СОИ

**Аннотация.** В статье приведены результаты определения количественного содержания железа и кальция в сортах сои, выращиваемых в Алматинской области. Анализ проведен атомно-адсорбционным методом. Полученные данные позволяют рекомендовать сорт «Алматы» в производстве фармакологических препаратов для профилактики и лечения заболеваний костей и анемии.

**Ключевые слова:** соя, ионы железа, ионы кальция, атомный адсорбер, остеопороз, анемия

**Введение.** В естественных, природных биоценозах микроэлементный состав растений определяется не только уровнем концентрации, но и соотношением каждого отдельного микроэлемента с другими составляющими и подтверждает идею о химическом составе растительных растений как о систематическом признаком [1].

Содержание микроэлементов в растениях зависит от физиологических потребностей и экологических условий произрастания. Немалое влияние на качественный и количественный состав растений оказывают как видовая принадлежность растений, так и условия их выращивания. Микроэлементная специализация растений в условиях агрофитоценозов корректируется также и использованием различных видов удобрений [2].

Микроэлементы, входящие в состав растений, оказывают прямое влияние на здоровье человека. Несбалансированное содержание микроэлементов в организме человека ведет к возникновению эндемических, т.е. характерных для определенных регионов, заболеваний [3].

Последствия нарушения микроэлементного состава четко просматриваются по всем этапам трофических связей от растений и животных до человека. Так, при недостатке микроэлементов у человека могут возникнуть любые заболевания от обычного насморка до сложных онкологических заболеваний [4].

На сегодняшний день важным является определение приоритетных культур возделываемых растений, с учетом статистики заболеваний, связанных с регионами возделывания данных культур, экономической рентабельностью и другими важными показателями. Культура растений сои отвечает всем выше перечисленным, необходимым для возделывания требованиям, решая комплекс проблем, связанных как с эндемическими заболеваниями, так и с экономическими запросами рентабельности. Растения сои, являясь источниками, богатыми спектром биологически ценных соединений могут быть использованы в производстве фармакологических препаратов, как в профилактике, так и в лечении серии заболеваний. Высокое содержание белка с большим количеством незаменимых аминокислот в соевых бобах, позволяет рекомендовать сою в рацион правильного питания [5].

Соя относится к важнейшим возделываемым зерновым культурам. Занимая основную часть посевных площадей, эти растения являются первичным пищевым источником различных соединений

и микроэлементов для человека. Микроэлементы, несмотря на низкие концентрации, принимают активное участие во всех жизненно важных биохимических процессах [6].

Соевые бобы отличаются высоким содержанием кальция, который составляет 24% от ежедневного предполагаемого приема микроэлементов. Кальций помогает поддерживать здоровье костей и зубов, а также высвобождает ферменты и гормоны. Также соя отличается относительно высоким содержанием калия. Одна чашка жареных соевых бобов содержит больше калия, чем весь его ежедневный рекомендуемый прием [7]. Калий необходим для поддержания правильной функции сердца и мышц. Другим важным минералом, содержащимся в жареных соевых бобах, является магний. В одной чашке содержится 93% ежедневного потребления этого микроэлемента, которое поддерживает иммунную систему и функции сердца, мышц и нервов [8].

Соя, являясь источником кальция, железа, и других микроэлементов, в то же время отличается низким содержанием натрия. 100 г. приготовленных соевых бобов обеспечивает организм следующим количеством веществ: 10% кальция, 12,5% железа, 18% магния, 23% меди, 12% калия [9].

Благодаря высокому содержанию кальция и железа, сою можно использовать для профилактики заболеваний, связанных с обменом веществ. Минеральные элементы сои принимают активное участие во всех жизненно важных процессах, являясь незаменимыми нутриентами, которые должны поступать с пищей [10]. Соя является эффективным средством борьбы с остеопорозом. Входящие в состав сои изофлавоны, позволяют компенсировать нехватку эстрогенов – основной причины остеопороза у женщин во время менопаузы [11].

Особенностью железа является участие его ионов в процессах кроветворения, где он связывает субъединицы белка в составе гемоглобина. Дефицит железа приводит к анемии и нарушению иммунной системы [12].

Ионы кальция участвуют в работе гладкой и скелетной мускулатуры, в передаче нервных импульсов, в процессе свертывания крови, в сохранении целостности и укреплении костной ткани, укреплении мышц костей [13].

*Материалы и методы.* Объектом исследования явились три сорта сои: «Алматы», «Ласточка», «Вита», выращиваемые в Алматинской области. Для количественного определения содержания ионов железа и кальция в сортах сои был использован атомно-адсорбционный метод. Анализы проводились в лаборатории ТОО «Нутритест».

Атомно-адсорбционный метод определения количественного содержания ионов тяжелых металлов основан на распылении раствора минерализата испытуемой пробы в воздушно-ацетиленовом пламени. Металлы, находящиеся в растворе минерализата, попадая в пламя, переходят в атомное состояние. Величина адсорбции света с длиной волны соответствующей резонансной линии, пропорциональна значению концентрации металла в испытуемой пробе [14].

Отбор и подготовку пробы к испытанию проводили в соответствии с нормативной документацией на данный вид продукции [14]. Из лабораторной пробы для испытания отобрали две параллельные навески в соответствии с параметрами атомного адсорбера. Минерализацию проб также проводили в соответствии с государственным стандартом [15].

Приготовление испытуемого раствора проводили при использовании способа сухого озоления и кислотной экстракции озолением. Золу растворяют в тигле при нагревании в азотной кислоте (1:1) необходимой по объему из расчета 1 – 5 см<sup>3</sup> кислоты на навеску в зависимости от зольности продукта. Раствор выпаривают до влажных солей. Осадок растворяют в 15-20 см<sup>3</sup> азотной кислоты массовой долей 1 %, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 25 см<sup>3</sup> и доводят до метки той же кислотой. При неполном растворении золы полученный раствор упаривают до влажных солей, перерастворяют в минимальном объеме соляной кислоты (1:1) по объему, еще раз упаривают до влажных солей и растворяют в 15-20 см<sup>3</sup> соляной кислоты массовой долей 1 %.

В случае неполного растворения золы после вторичной обработки, полученный раствор с осадком доводят до объема 30 - 40 см<sup>3</sup> соляной кислотой с массовой долей 1 % и подогревают на водяной бане или электроплитке при слабом нагреве в течение 0,5 ч.

Если и в этом случае полного растворения не наблюдается, раствор отфильтровывают через промытый растворителем фильтр, осадок промывают и отбрасывают, а фильтрат переносят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> и доводят до метки той же кислотой. Для дальнейшего определения концентрации ионов железа и кальция использовали соответствующие длины волн, для железа – 248,3 нм, для кальция – 4404,5 нм.

*Результаты и их обсуждение.* В результате проведенных экспериментов были получены количественные показатели содержания ионов железа и кальция в исследуемых сортах сои.

Полученные показатели количественного содержания ионов железа (рисунок 1) в мг на 100 г сухого вещества расположили исследуемые сорта в следующей последовательности: «Алматы» (9,170) > «Ласточка» (8,620) > «Вита» (8,480). Наибольшим количеством ионов железа соответственно обладает сорт «Алматы».

При определении содержания ионов кальция (рисунок 2), анализируемые сорта расположились аналогично предыдущим и имеют следующие показатели: «Алматы» (380) > «Ласточка» (370) > «Вита» (320).

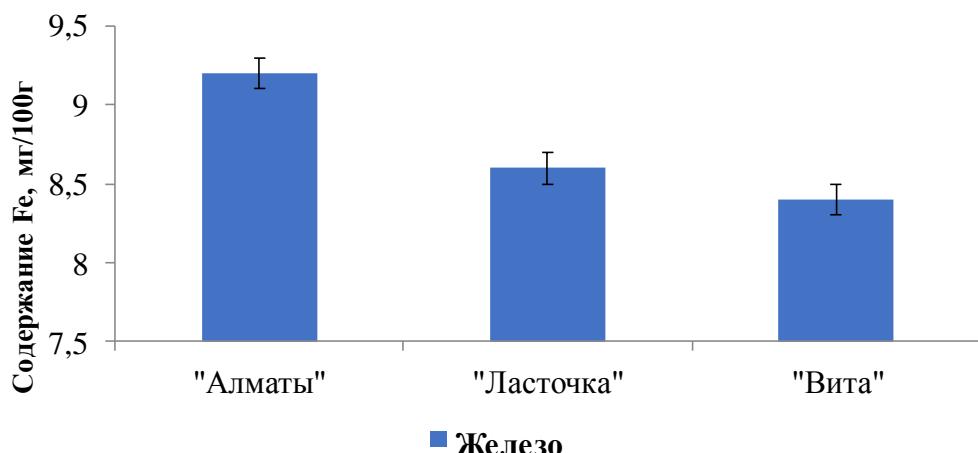


Рис. 1. Содержание железа в семенах различных сортов сои

Сравнивая данные, полученные в ходе эксперимента, с литературными, по которым суточная норма потребления железа составляет 10 мг в сутки [16], можно заметить, что сорта сои «Алматы» и «Ласточка» имеют равные и превышающие показатели – 9,1 и 8,6 мг на 100г сухой массы соответственно. Сорт «Вита» имеет непринципиальные отличия, т.к. его показатель количественного содержания железа равен 8.4 мг на 100 г сухой массы.

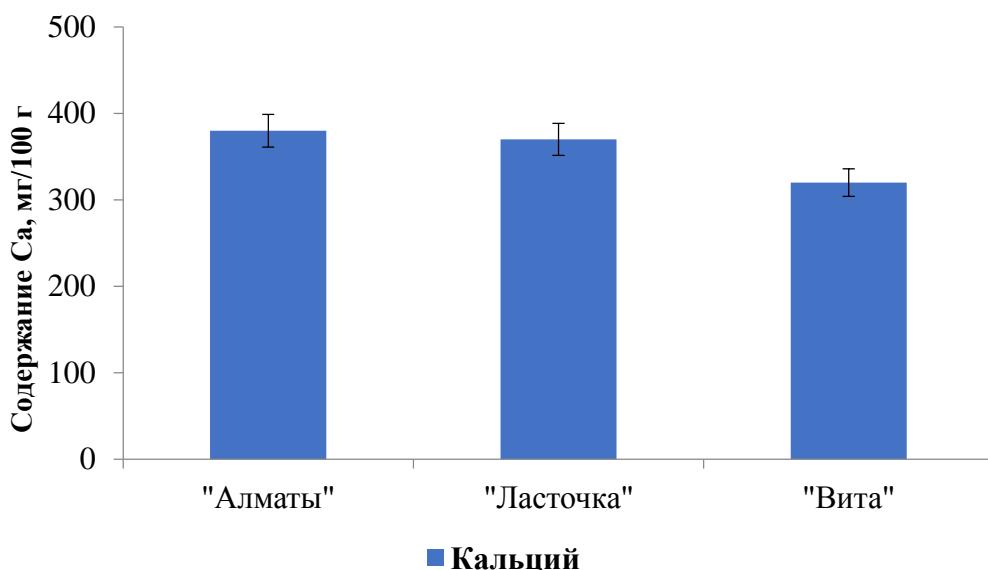


Рис. 2. Содержание кальция в семенах различных сортов сои

Что касается содержания кальция, как видно из диаграммы, изображенной на рисунке 2, между сортами «Алматы» и «Ласточка» нет достоверных отличий. В соответствии с установленными суточными нормами [16], которые составляют 200 мг кальция в сутки, перечисленные сорта в разы

превышают эти показатели, что позволяет использовать их уже как источники микроэлементов для производства препаратов. Наименьшее содержание кальция имеет сорт «Вита», (320мг на 100 г сухой массы) тем не менее, это больше, чем установленная суточная доза.

**Заключение.** По результатам данного исследования получены количественные показатели содержания ионов железа и кальция в трех сортах сои, среди которых наивысшими показателями обладает сорт «Алматы» (железо - 9,170 мг на 100 г сухой массы, кальций – 380мг на 100 г сухой массы). Полученные данные позволяют рекомендовать сорт «Алматы» для более глубокого исследования его химического состава и дальнейшего использования в производстве фармацевтических препаратов предупреждающих заболевания костей и анемии. Такие микронутриенты, как железо и кальций играют важную роль в обменных процессах, поэтому организм должен получать их в установленных суточных дозировках. Употребление сои способствует увеличению, следовательно, нормализации гемоглобина, что предупреждает анемию, а также способствует улучшению и восстановлению костных тканей, что в свою очередь уменьшает риск возникновения остеопороза.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смирнов П.М., Муравин Э.А.Химический состав растений и качество урожая. Агрохимия. – Учебное пособие, - 2-е изд., 2012г. С. 168-173.
- [2] Сосорова С.Б., Меркушева М.Г., Убугунов Л.Л., Содержание микроэлементов в лекарственных растениях разных экосистем. //Химия растительного сырья – 2016. – №2. – С. 53–59.
- [3] Леонов Ю.Д. Соя // На тиамина ниве Кубанской. – 2000. - №3(14) – С. 13-14.
- [4] Протасова Н.А. , Микроэлементы: биологическая роль, распределение в растениях, влияние на распространение заболеваний человека и животных. – Учебное пособие, Воронежский государственный университет, 2004 г. С. 26
- [5] Brown – Lima C., M. Cooney and D. Clearly, 2010. An overview of the Brazil – China soybean trade and its strategic implications for conservation. The Nature conservancy, P. 39
- [6] Петибская В.С., Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Соя: качество, использование, производство. – М.: Агрономические науки, 2000 г. С. 121
- [7] Зеленцов С. В., Кочегура А. В. Современное состояние систематики культурной сои Glycinemax (L.) Merrill // Масличные культуры : Научно - технический бюллетень. — Всероссийского научно - исследовательского института масличных культур, 2006. — № 1(134). С. 32-39
- [8] Anetor, M. O. ,Akinrinde, E. A. (2006). Response of Soybean [Glycine max (L.) Merrill] to Lime and Phosphorus Fertilizer Treatments on an Acidic Alfisol of Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition, Vol. 5, No. 3, P. 286-293, ISSN 1680-5194
- [9] Петибская В.С., Баранов В.Ф., Бочкирев Н.И., Тимофеенко Т.И., Зеленцов С.В., Махонин В.Л. Соя: химический состав и использование/ Под редакцией академика РАСХН, д-ра наук В.М. Лукомца.- Майкоп: «Полиграф - ЮГ», 2012 г. С. 20-25
- [10] Федосеева А. А., Лебедкова О. С., Каниболоцкая Л. В. Питательные свойства соевых бобов // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С. 123–127.
- [11] L. H. Yao, Y. M. Jiang, J. Shi et al., “Flavonoids in food and their health benefits,” Plant Foods for Human Nutrition, vol. 59, no. 3, 2004.P. 113–122.
- [12] Биохимия наследуемых нарушений метаболизма. Избранные разделы. Коллектив авторов. Под ред. Ещенко Н.. – СПб. Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета, 2011г. С. 156
- [13] Ластухин Ю.О. Химия неорганических соединений. Кальций/ учебная литература: книга. Львов. Изд. Центр «ИНТЕЛЕКТ». – 2005 г. С.558
- [14] ГОСТ 30178-96
- [15] ГОСТ 26929
- [16] <https://fdc.nal.usda.gov/> (USDA Nutrient database, дата обращения 23.02.2020)

Евлоева Х.С., Атабаева С.Д., Дидоренко С.В., Алыбаева Р.А., Камшыбаева Г.К.

#### Сояның кейбір сорттарындағы темір және кальций мөлшері

**Түйіндеме.** Мақалада Алматы облысында өсірілетін соя сорттарындағы темір мен кальцийдің сандық құрамын анықтау нәтижелері көлтірілген. Таңдау атомдық-адсорбциялық әдіспен жүргізілді. Алынған мәліметтер сүйек пен анемия ауруларының алдын алу және емдеу үшін фармакологиялық препараттар өндірісінде "Алматы" сортын ұсынуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** соя, темір иондары, кальций иондары, атомдық адсорбер, остеопороз, анемия

**A.S. Akashova, K.D. Duisebaeva, G.B. Aubakirova, P.A. Bakirbayeva, D.P. Yekeibayeva**  
(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty  
atirkul\_1960@mail.ru)

## **PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF TRANSPORT LOGISTICS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**Abstract:** According to the purpose of development of the modern transport possibilities of the Republic of Kazakhstan were formed a competitive transport infrastructure. There we have highly qualified motorways, network of railways, petrol stations, customs stations with modern equipment and etc. Infrastructure provides an uninterrupted supply of goods from Chinese Republic to European countries, in this sphere main role played transit corridor 'Western Europe – Western China' which reduce distance between them by 5 times. A transit Corridor reduces the distance between them into 3.5 times. On the basis of collected materials were composed a card diagram of 'Western Europe – Western China' international transit Corridor. Modern purpose of Kazakhstan is realize geo-economic and geopolitical situation of country in the world to link distantly located areas effectively and determine the geographical position of perspective directions for development of transit potential.

**Key words:** transit road, transport logistics, infrastructure, highways, transit corridor, investment, geopolitics, projects, transport communication, transit transportation.

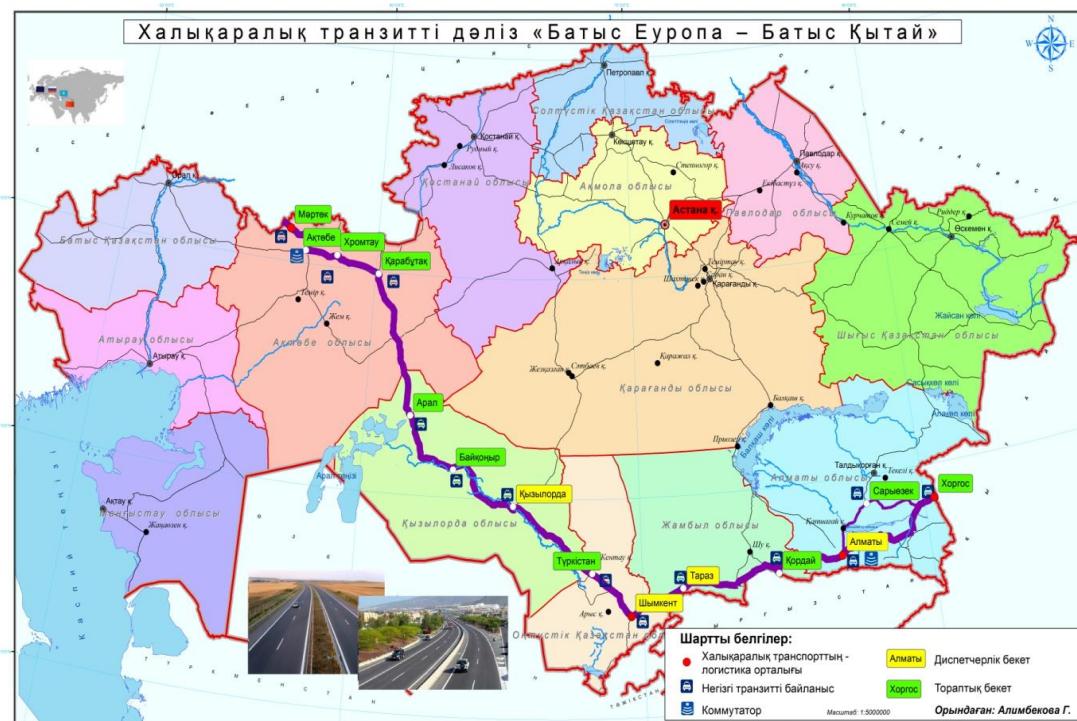
### **Introduction**

"Transit road" is a special export form of road communications for the Republic of Kazakhstan. In international transit of the Republic of Kazakhstan is considered in participatory interests in transit corridors. In the Eurasian area, Kazakhstan takes part with three direction: first, Europe-Russia-China; the second, Europe-China (through countries of the economic community: Afghanistan, Azerbaijan, Iran, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Pakistan, Tajikistan, Turkey, Turkmenistan, Uzbekistan); third, Russia-Central Asia. The transport potential of Kazakhstan is very important and today it is attract the world attention. Transit transportation of goods and passengers on the territory of the country is carried out in accordance with the international treaties and agreement with the help of air, roads, railways, and even through international high sea transport roads and in land waterways frequent transportation will take a big place. In recent years, the most extensive transit project in the country is considered to be the Western Europe – Western China transit corridor [1].

"The Great Silk Road" - was a grand trade route that connected the East with the West. And after five centuries, ex-president Nursultan Nazarbayev decided to renew it by creating the transit system "Western Europe - Western China". And this project was very important in the global attention. The total project cost amounted to 825.1 billion tenge, and investors were the World Bank, the Development and Reinstallation Bank of Europe, the Islam Development Bank, and banks in Asia and Japan.

**Object of study.** International transit corridor "Western Europe - Western China". The total length of the international transit corridor is 8445 km. Of these, 2,787 km pass through the territory of the Republic of Kazakhstan, the Russian Federation - 2,233 km, People's Republic of China - 3,425 km. The main directions of the road: St. Petersburg - Moscow - Nizhny Novgorod - Kazan - Orenburg - Aktobe - Kyrgyzstan - Aral - Kyzylorda - Shymkent - Taraz - Kordai - Almaty - Korgas - Urumchi - Lanzhou - Lianyungan. Here the direction between St. Petersburg and Lianyungang is the same with the route of the Great Silk Road. In Kazakhstan, it passes through five regions. As a result, 2452 km of roads are renewed (Aktobe - 358, Kyzylorda - 817, Turkestan - 458, Zhambyl - 480, Almaty - 339 km). About 4.6 million people live along this road and this makes up three quarters of the country's population (1-figure).

The potential of this transit corridor is huge, due to its great capabilities and it makes to believe in a good future. Its difference from the Trans-Siberian Highway or from transportation by sea through the Suez Canal is its direct line and the possibility of quicker transportation time. When using the road by sea, it takes 45 days to transit, and the Trans-Siberian road takes 14 days, and the new Western Europe – Western China road only takes 10 days [2].

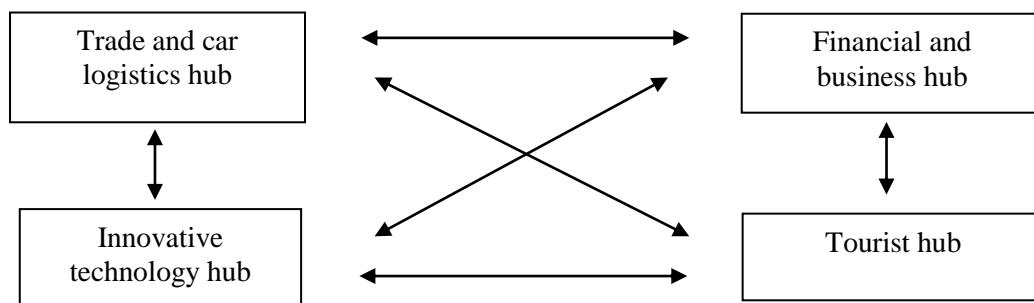


1-figure. "Western Europe - Western China" international transit transport corridor

**Result and analysis.** According to the technical and economic project of the Western Europe-Western China international highway, in 7-8 years, the freight traffic of the road will increase 2.5 times. The economic income from the project to the country every year is 33.9 billion tenge. Income from the decrease of the road accidents is about 49.9 million tenge. And the income from the growth of domestic products will be cost 82.9 billion tenge. In five large regions of the country - Aktobe, Kyzylorda, South Kazakhstan, Zhambyl and Almaty, there will be noticeable economic growth. Highways with high transportation logistics capabilities, railway networks for freight transportation by train, modern gas stations, customs stations, and all other infrastructures make it possible to quickly and efficiently carry out transportation logistics from China to European countries. From Europe to China, new automobile technologies and tools are transported, as well as various raw materials. From this point of view, it is very profitable to reliably and quickly transport goods from Western China through Almaty and South Kazakhstan region. After the territory of Kazakhstan, goods pass through Russia, Belarus and are delivered to Poland, Germany and France. International transit "Western Europe - Western China" shortens this distance by three and a half times [3].

In Kazakhstan, in connection with the integration processes of Kazakhstan's automobile complexes, a competitive environment is being created to create a consistent transit speed with international automobile systems and to develop the country's transit complex.

At the 25th meeting of foreign investors, the President of the Republic of Kazakhstan "New Silk Road": "Kazakhstan should develop its historical role and become the largest transit hub in Central Asia, will also be a bridge between Europe and Asia ... This is the beginning of the construction of the complex hub of Kazakhstan in trade and logistics, financial and business, innovative technological and tourist-international level."



2 – figure. Interconnection of the features of the megaproject "Kazakhstan - New Silk Road" [3].

The competitive advantages of the new Silk Road project are in 5C - speed, service, price, preservation and stability principle. As a result, their regional and functional interconnections can manifest a synergistic effect. This became the main thing in the competitiveness of the new "Silk Road" [4].

The construction of the international transit automobile corridor "Western Europe - Western China" was completed in 2015, and this automobile transit transportation logistics made it possible to reduce the transportation time from China to Europe by 3.5 times than via sea transit transportation [5].

Also in 2014, the president announced the new economic policy of "Nurly Zhol". This Message was large-scale, because huge plans were fulfilled, and great help was provided to the people by the state. A large amount has been allocated from the national budget and foreign investors for the development of the economy, for the construction of the road, for the low-income groups of the population, and for supporting small and medium businesses. Total \$24 billion was spent.

In a message entitled "Nurly Zhol – the road to the future" the president specifically instructed to pay attention to the development of transport-logistics infrastructure [6]. Macro-regional hubs will now be implemented effectively.

**Results.** Infrastructure projects will connect Astana and macro-regions with the help of trunk, rail and air roads. First of all, it is necessary to implement the major automobile roads. This starts from Western China - Western Europe; Astana - Almaty; Astana - Oskemen; Astana - Aktobe - Atyrau; Almaty - Oskemen; Karaganda - Zhezkazgan - Kyzylorda; Atyrau - Astrakhan. Also, in the east of the country, a logistics hub is being built and in the west marine infrastructure. In the western direction, to develop the export potential through the Caspian port, a large ferry passage and the Borzhakty – Yersai railway network will be involved from the Kuryk port [7].

Automotive and logistics facilities will be managed by international operators, for example, Aktau port will be controlled by the company DubaiPortWorld, and AEA Korgas-Vostok Gate JSC will be managed by the Swissport airport holding [8].

Today, Kazakhstan takes the 86th place in the LPI International Banking Logistics Index [9].

**Conclusion.** Kazakhstan due to the geo-economic and geopolitical location in the world, connects two remote regions and uses the best potential of the geographical location of the country. Although it must be noticed that new modern transit system identified future directions for the development of the country's transit directions, also successfully realized works according to increase the economic benefits of freight transportation, solved problems with transportation time, and develop the quality of the standard for freight transportation services. As a result, a multimodal automobile and logistics company of an international level was created in the fund of the national company Kazakhstan Railways.

Also, during the construction of the Zhezkazgan-Beineu and Arkalyk-Shubarkol railway networks were implemented several large projects. These projects made it possible to increase the volume of transportation logistics from Asia to Europe.

As part of the New Silk Road, the creation of the international border center of the Korgas community was a very important for all process. Now this is the "Eastern Gate" of Kazakhstan.

In western Kazakhstan finished works to expand the Aktau seaport and were organized construction of a logistics center in Aktobe. All these roads in the Caspian region and the roads to Russia and to further regions in Europe presented as the "Western Gate" of the country [10].

In the five main regions of the country - Aktobe, Kyzylorda, Turkestan, Zhambul and Almaty regions we can see the real economic growth and the regional development in all sights. In conclusion, it should be noted that new transport logistics system now have a big potential with the modern opportunities of the international transit roads, railway networks, also full equipped petrol stations, customs stations and other developed infrastructures allow for the undelayed delivery of all goods from China to European countries.

#### REFERENCES

- [1] Tleubay T. Kazakhstan will become a major regional transit center in 2015 // Young Kazakh., 2006, - №1. - 2 p.
- [2] Umurzakov T. "A clear direction of development," Egemen Kazakhstan on May 4, 2015.
- [3] Sabyrbekov B.Q. "XXI century. Silk Road: Western Europe - Western China international corridor is artery of the country's economy" / field and the city. 2009, April 16 (15);
- [4] E.D.Atamkulov. «Kazakhstan Railway transport: reconstruction and types of economical influence» Monography «UK» JS-Almaty: Economics. 2004. - 646 p.
- [5] V.M.Kurbanov. Logistics. Management of automobile transports: practical experience: Educational and practical guide for university students. V.M. Kurbanov - Moscow: Book World, 2014. - p. 448.
- [6] «Nurly Zhol – the way of the future» Message from the President of the Republic of Kazakhstan N.A.Nazarbayev. Egemen Kazakhstan, 2014

- [7] Yelmuratov N. Road construction is going according to plan. Egemen Kazakhstan on May 6, 2015.
- [8] <http://www.stat.kz> / Internet network
- [9] <http://www.kazlogistics.kz/kz> / Internet network
- [10] A.S.Akashova, G.T.Alimbekova. Development problems of transport-logistics infrastructure in the Republic of Kazakhstan. Geography at schools and universities in Kazakhstan. 2015 (№3).

Ақашова Ә.С., Дүйсебаева К.Ж., Аубакирова Г.Б., Бакирбаева П.А., Екейбаева Д.А.

**Қазақстан Республикасында көліктік логистиканы дамыту мәселелері**

**Түйіндеме.** Еліміздің транзиттік кешенін дамыту мақсатында көлік қызметтерін көрсетудің бәсекеге қабілетті ортасы қалыптасты. Жоғары деңгейде жүк өткізуге қабілетті автокөлік жолдары, шойын жол желілері, жанар-жағармай құю бекеттері, заманауи құралдармен жабдықталған кеден бекеттері, тағы басқа да инфрақұрылымдар Қытай тауарларын Еуропа елдеріне кідіріссіз жеткізуі қамтамасыз етеді. «Батыс Еуропа – Батыс Қытай» халықаралық транзиттік дәлізі екі органы үш жарым есеге қысқартады. Жинақталған мәліметтер негізінде «Батыс Еуропа – Батыс Қытай» халықаралық транзитті көлік дәлізінің карта-сызбасы құрасырылды. Қазақстанның қазіргі мақсаты өзінің дүниежүзіндегі геоэкономикалық және геосаясаттық орнын пайдалана отырып бір-бірінен алшақ жатқан ішкі аймақтарды жалғастыру және географиялық орнын тиімді пайдалана отырып транзиттік әлеуетін дамытудың болашақтағы бағыттары анықталды.

**Түйін сөздер:** транзиттік жол, көліктік логистика, инфрақұрылым, магистраль, таранзиттік дәліз, инвестиция, геосаясат, жобалар, көліктік коммуникация, транзиттік тасымалдау.

Ақашова А.С., Дүйсебаева К.Ж., Аубакирова Г.Б., Бакирбаева П.А., Екейбаева Д.П.

**Проблемы развития транспортной логистики в Республике Казахстан**

**Резюме.** С целью развития транспортных возможностей республики сформировано конкурентоспособная транспортная инфраструктура. Высококачественные автомобильные дороги, сеть железных дорог, заправочные станции, таможенные посты, оснащенные современным оборудованием и др. Инфраструктура обеспечивает бесперебойную поставку товаров Китайской Республики в Европейские страны «Западная Европа- Западный Китай» транзитный коридор сокращает расстояние между ними в 3,5 раза. На основе собранного материала составлено картасхема международного транзитного коридора «Западная Европа- Западный Китай». Современная цель Казахстана- используя геоэкономическое и geopolитическое положение в мире связать отдаленно расположенные регионы эффективно использовав географическое положение определить перспективные направления развития транзитного потенциала.

**Ключевые слова:** транзитная дорога, транспортная логистика, инфраструктура, магистраль, транзитный коридор, инвестиция, geopolitika, проекты, транспортная коммуникация, транзитная перевозка.

УДК 502.3( 502.31,502.33);504.06; 504(035:3):543.068:681.3

**A. Aydossov, R.Y. Bayamirova, A.R. Togasheva, A.T. Zhlobassarova, G.Y. Kunayeva**

(Caspian state university of technologiesand engineering named after S. Yessenov,  
Aktau city, The Republic of Kazakhstan)

**ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC SECURITY OF THE INDUSTRIAL REGION AND ANALYSIS OF THE STATE OF WATER RESOURCES IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN AND SOUTH KAZAKHSTAN REGION**

**Abstract.** In accordance with the strategic national policy on water resources, the assessment of environmental and economic security of the industrial region is considered and the state of water resources in the Republic of Kazakhstan and South Kazakhstan region is analyzed, for the implementation of long-term comprehensive measures aimed at eliminating the negative consequences of limited water resources and creating conditions for economic growth, solving social and environmental problems, and settling interstate water relations. At the same time, it is assumed that water is a resource that has economic value and determines the sustainability of the country's development, and that water quality issues on both internal and cross - border rivers cannot be considered in isolation from the amount of water. Thus, the main principles of water management policy should be considered a basin approach to water resources management, reducing the discharge of pollutants and the volume of water withdrawal from natural water sources, and economic regulation of water use based on a balanced system of tariffs.

А. Айдосов, Р.У. Баямирова, А.Р. Тогашева, А.Т. Жолбасарова, Г.Е. Кунаева  
(Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова)

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГО - ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ДИНАМИКЕ ПО РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН И ЮЖНО-КАЗАХСАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** В работе согласно стратегической национальной политики по водным ресурсам рассмотрена оценка эколого - экономической безопасности промышленного региона и анализированы состояния водных ресурсов в динамика по Республика Казахстан и Южно- Казахстанской области, для осуществление долгосрочных мер комплексного характера, направленных на устранение негативных последствий ограниченности водных ресурсов и создание условий для экономического роста, решения социальных и экологических проблем, урегулирование межгосударственных водных отношений. При этом исходить из того, что вода - это ресурс, имеющий экономическую ценность и определяющий устойчивость развития страны, и, что вопросы качества воды как на внутренних, так и на трансграничных реках, нельзя рассматривать в отрыве от количества воды. Таким образом, главными принципами водохозяйственной политики следует считать бассейновый подход к управлению водными ресурсами, сокращение сброса загрязняющих веществ и объемов отбора воды из природных водоисточников, экономическое регулирование водопользования на основе сбалансированной системы тарифов.

**Общая оценка эколого- экономической безопасности региона.** Стратегической целью национальной политики по водным ресурсам, является осуществление долгосрочных мер комплексного характера, направленных на устранение негативных последствий ограниченности водных ресурсов и создание условий для экономического роста, решения социальных и экологических проблем, урегулирование межгосударственных водных отношений. При этом следует исходить из того, что вода - это ресурс, имеющий экономическую ценность и определяющий устойчивость развития страны, и, что вопросы качества воды как на внутренних, так и на трансграничных реках, нельзя рассматривать в отрыве от количества воды. Таким образом, главными принципами водохозяйственной политики следует считать бассейновый подход к управлению водными ресурсами, сокращение сброса загрязняющих веществ и объемов отбора воды из природных водоисточников, экономическое регулирование водопользования на основе сбалансированной системы тарифов.

Так в 2003 году только в Республике Казахстан общие суммарные пропуски по 8-ми водохозяйственным бассейнам составили порядка 61% от объема речного стока. Соглашение стран ЦА 1998 года определяет, что водопользование в Бассейне Аральского моря должно ежегодно снижаться на 1,5%, пока объем поступления воды в Арал не достигнет 20 км<sup>3</sup> в год. Фактическое состояние водохозяйственные бассейны озер, рек на 2003 г. НОП 1. Так, нап Арало- Сырдарынский 11,87 н.о.\* из них Аральское море 9,76 3,10 2. Балхаш- Алакольский 21,7 н.о. оз. Балхаш 17,6 14,60 из них: р. Или 13,06 12,20 оз. Сасыколь 1,74 н.о. из них р. Тентек 1,74 0,40 оз. Алаколь 1,88 н.о. из них р. Урдженар и др. реки 1,84 0,15\*\* 3. Иртышский 23,0 н.о. из них р. Иртыш попуск в РФ 23,0 13,00\*\*\* 4. Ишимский 0,94 н.о. из них р. Ишим попуск в РФ 0,24 0,032 5. Нура- Сарысуйский 0,55 0,10 в т.ч.: р. Нура и др. 0,42 0,074 р. Сарысу и др. 0,13 0,01 6. Тобол- Торгайский 0,80 н.о. р. Тобол попуск в РФ 0,50 0,016 р. Торгай с учетом р. Иргиз 0,30 0,16 7. Урало- Каспийский 8,80 н.о. из них р. Урал попуск в Каспийское море 8,10 6,50 8. Шу-Таласский 3,52 н.о. в т.ч.: р. Шу 2,65 0,10 р. Талас 0,68 0,034 Всего по РК 66,6 37,482 \* - н.о. – не определялось , \*\* - 0,15 км<sup>3</sup> – по р. Урдженар, \*\*\* - 13,0 км<sup>3</sup> – комплексный попуск: санитарный – 4,3 км<sup>3</sup>, для судоходства – 8,7 км<sup>3</sup>

**Состояние водных ресурсов.** Предотвращения пресной воды земного шара от загрязнения, его рациональное использования является актуальной проблемой современности.

Ресурсы пресной воды в Казахстане насчитывается 524 км<sup>3</sup>, из них 100,5 км<sup>3</sup> приходится к рекам [1]. Из этого числа объема воды 56,5 км<sup>3</sup> формируется на территории Казахстана, а 44,0 км<sup>3</sup> объема воды поступает из приграничных республик. В частности, 18,9 км<sup>3</sup> – из Китая, 14,6 км<sup>3</sup> – из Узбекистана, 3,0 км<sup>3</sup> – из Киргизстана и 7,5 км<sup>3</sup> – из России

По обеспеченности водными ресурсами среди стран СНГ Казахстан занимает один из последние места и их объемы на 1 км<sup>2</sup> земли и годовая норма на одного человека соответственно составляет 37 тысяч м<sup>3</sup> и 6,0 тысяч м<sup>3</sup> [2].

Загрязнение поверхностных вод производственными отходами предприятии химической, нефтеперерабатывающей, машиностроительной, цветной меаллургии и других отраслях

промышленности поивает к неблагоприятной экологической состоянию ряда поверхностных вод республики. Кроме того, воды некоторых трансграничных рек загрязненном виде поступающие к Иртыш, Сырдария, Или, Шу и Талас.

Из исследованных 44 водных объектов 6 рек и 1 водохранилище отнеслись к объектам «загрязненный» и «очень загрязненный». Среди объектов «Очень загрязненный» категории относится реки Елек, Нура и Иртыш. В связи с этим приведем индексы загрязнения рек Республики Казахстан [3].

**Таблица 1. Качественное состояние вод основных рек**

	Индекс загрязнения воды					
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006г.
Жайык (Урал)	0,79	0,77	0,73	0,74	0,99	0,69
Ертиш (Иртыш)	1,86	1,19	1,18	1,72	1,34	1,2
Сырдария			1,98	1,87	2,12	2,14
Нура	3,12	2,08	1,95	1,9	1,62	1,7
Или	4,68	2,36	1,8	1,55	1,78	2,04
Есиль (Ишим)	1,05	0,9	1,0	0,87	1,08	0,91
Шу	1,43	1,29	1,8	1,93	1,85	2,2
Талас	0,83	0,5	0,63	0,7	1,21	1,52
Тобол	0,55	0,53	0,6	0,66	0,46	0,46
оз. Балхаш	-	3,35	2,6	2,23	2,44	2,2

**Таблица 2. Состояние качества поверхностных вод Казахстана по гидрохимическим показателям в 2006 году**

Наименование рек	Индекс загрязненности воды		Ингредиенты и показатели качества воды	Средняя концентрация, мг/л	Кратность превышения ПДК	Характеристика качества воды
	2005	2006				
р. Ертис (ВКО)	1,41	1,44	Медь	0,0019	1,9	3 кл. умеренно-загрязнен.
р. Ертис (Павлодарская)	1,26	0,95	Медь	0,002	2,0	2 кл. чистая
р. Бухтарма (ВКО)	1,65	1,47	Медь Железо общ. Железо общ.	0,0026 0,25	2,6 2,5	3 кл. умеренно-загрязнен
р. Есил (СКО)	1,4	1,16	БПК5 Азот	0,19	1,9	3 кл. умеренно-загрязнен
р. Нура (Акмолинская)	1,15	1,23	нитритный БПК5 Азот	3,2 239	1,6 2,4	3 кл. умеренно-загрязнен
р. Нура (Карагандинская)	2,09	2,16	нитритный Ртуть Медь	3,6 0,062	1,8 3,1	3 кл. умеренно-загрязнен
оз. Балхаш (Карагандинская)			Медь	0,009	9,0	
р. Или (Алматинская)	2,44	2,2	Медь	0,00019	1,9	3 кл. умеренно-загрязнен
р. Шу (Жамбылская)	1,78	2,04	Медь Фенолы	0,007 0,006 0,002	7,0 6,4 2,0	3 кл. умеренно-загрязнен
	1,85	2,2				3 кл. умеренно-загрязнен

Ориентировочный объем подземных минеральных вод с показателем минерализованности 10 г/л в Казахстане составляет 45 км<sup>3</sup>,

Годовой объем потребления воды в Республике Казахстан - 15,1 км<sup>3</sup>, из них 14,3 км<sup>3</sup> – пресная вода, 0,63 км<sup>3</sup> – морская вода и 0,18 км<sup>3</sup> – очищенная проточная вода. Основные показатели потребления и защита водных ресурсов приведены в таблице 3 [3]. Согласно данных потребление воды из природных источников ежегодно повышается.

Таблица 3. Основные показатели потребления и защиты водных ресурсов, млн м<sup>2</sup>

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Забор воды из природных источников – всего	19830	19695	21105	21856	26436	24796
в том числе из подземных горизонтов	1169	1135	1157	1106	1174	1153
потери воды при транспортировке	4946	4978	5486	6149	3814	3777
Водопотребление (использование воды)- всего	14678	14580	14930	15242	20204	21422
Из них по нуждам:						
Хозяйственные питьевые воды	624	602	600	601	621	694
производственные	3588	3698	3710	3983	4390	4062
Для полива полей и обеспечение села водой	10425	10235	10590	10573	10220	11329
Объем оборотного использование воды	4845	5163	5537	6011	8120	6710
Объем последовательного использование воды	622	593	810	786	412	505
Объем загрязнения сточных вод, всего	4056	4081	4215	4466	6955	8954
Из них:						
Поверхностных вод	3404	3326	3450	3594	4229	5623
В том числе без очистки и недостаточно очищенных	155	155	156	77	210	131
в том числе после очистки	35	33	46	15	96	117

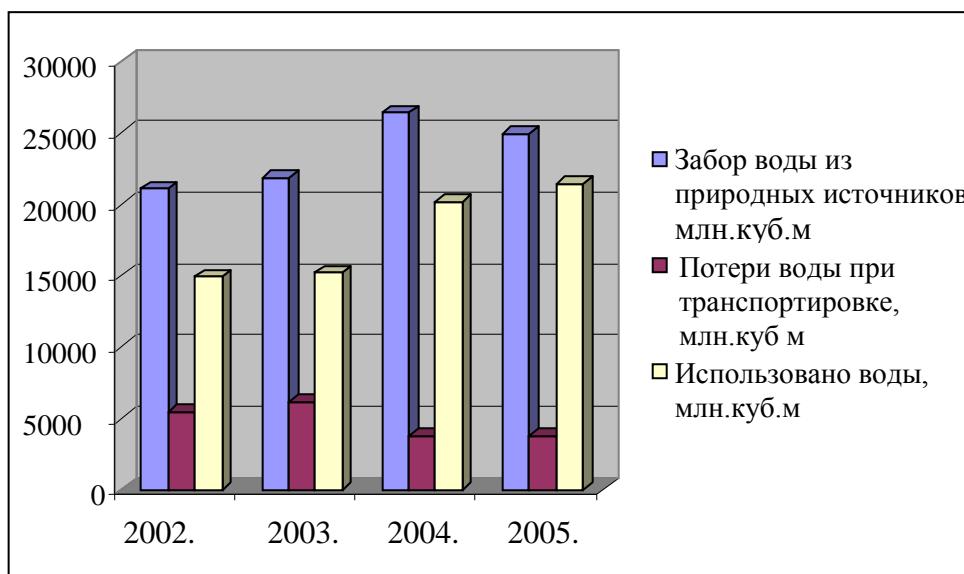


Рис. 1. Забор воды из природных источников и их объемы потребление

Использование воды в основном направлено на сельское хозяйство, производственные нужды и для обеспечения населения хозяйствственно-питьевой цели (Рисунок 2) [3].

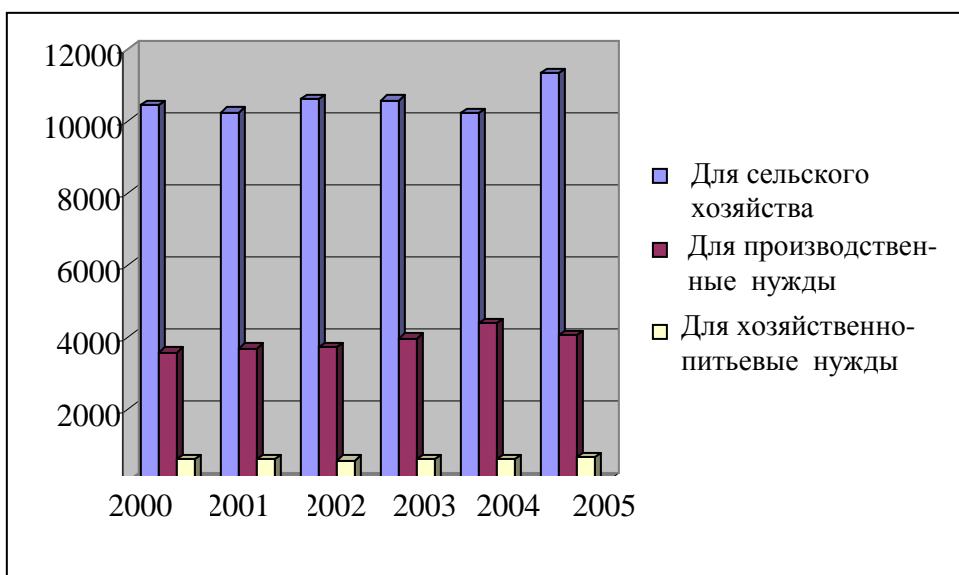


Рис. 2. Основные цели и объемы использования

Объем использование питьевой воды в 2002 году в Республике Казахстан по сравнению с 1995 годом снизился на два раза. В данный момент расход воды на душу населения на сутки составляет 150 литров. Объем потребление питьевой воды сельских районов Республики по сравнению городскими жителями три раза ниже.

Имеется место направление загрязненной и неочищенной воды на поверхностные объекты водных ресурсов (Рисунок 3).

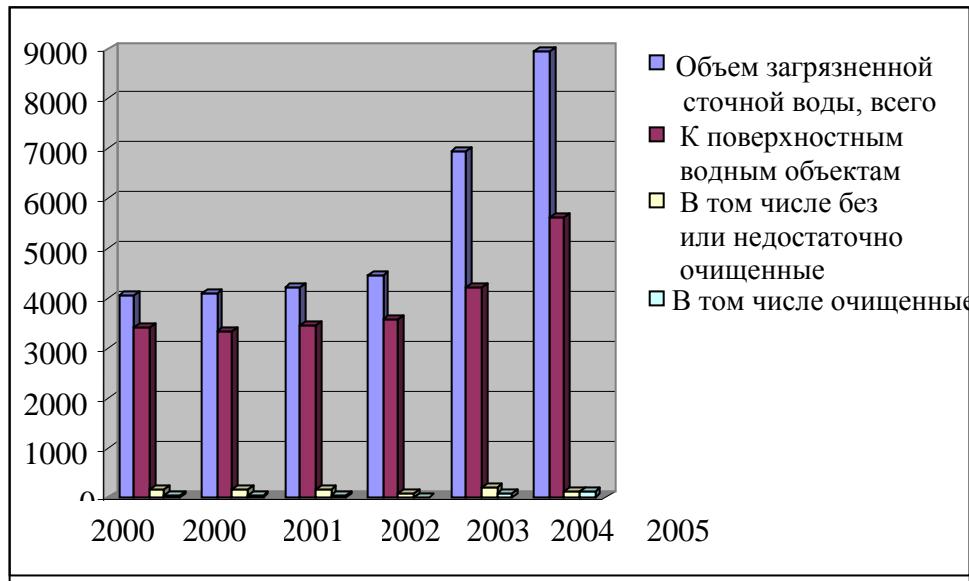
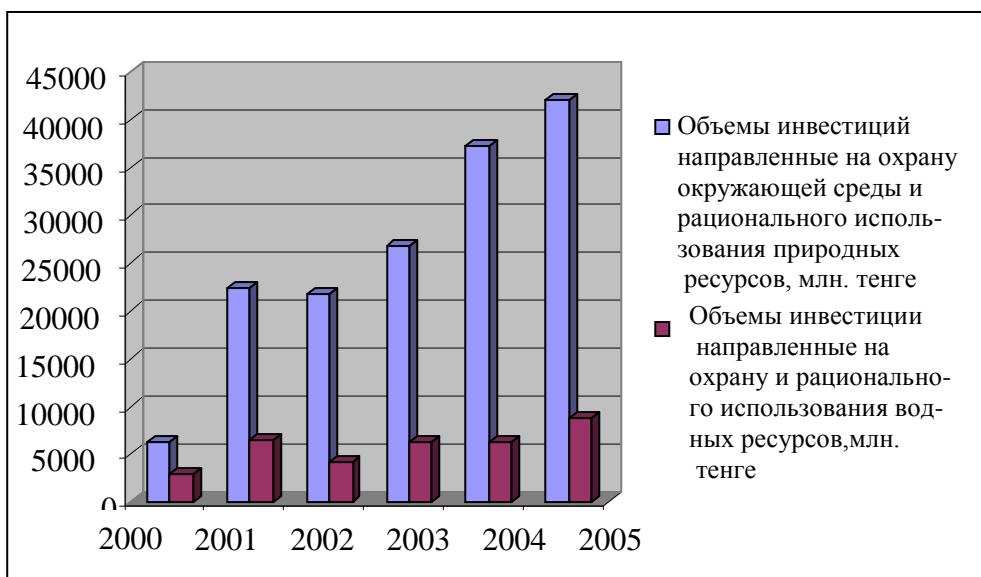


Рис. 3. Сброс сточных вод

В настоящее время проводятся работы для решения задач по очистке водных ресурсов и дефицита воды, которые финансируется республиканским бюджетом. Кроме того для защиты водных ресурсов и их рационального использования направлены зарубежные и отечественные инвестиции. К сожалению ежегодное увеличения инвестиций на охрану водных ресурсов и их рациональное использование по сравнению с инвестицией окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов не наблюдается (Рисунок 4) [3].



**Рис. 4.** Инвеститции направленные на охраны окружающей среды и водных ресурсов

Согласно сведением приведенным в Государственной программе 2004-2010, направленный на развитие сельских регионов в 637 населенных пунктах качество воды не соответствует требуемым нормам. В настоящее время проводится ряд работ по достижению показателей питьевой воды до санитарно-эпидемиологических норм. В соответствии с этим доля показатели воды несоответствующие по санитарно химическим и микробиологическим показателем ежегодно уменьшается (Таблица 4).

**Таблица 4. Доля воды несоответствующие нормативам, %**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
По санитарно химических показателям	11,1	12,7	11,4	8,8	7,5	6,0
По микробиологическим показателям	10,1	8,5	9,5	8,1	7,6	6,9

На территории Южно-Казахстанской области основными поверхностными водными источниками являются реки: Сырдарья, Келес, Бадам, Арысь, Бугунь, Сайрамсу. Бассейны рек расположены в трех зонах: горной, предгорной и равнинной. По условию питания реки носят смешанный характер, т.е. грунтово-снегодождевой. Преобладание весенних осадков, выпадающих в виде дождей с весенним снеготаянием, образуют основной весенний паводок в реках. Всего же на территории области насчитывается 118 малых рек (протяженность от 10 до 200 км), 28 водохранилищ и 25 озер.

Основными загрязнителями поверхностных и подземных вод являются предприятия:

- цветной металлургии,
- нефтехимической,
- химической,
- легкой и пищевой промышленности,
- и пр.

Основными загрязняющими веществами являются:

- неорганические формы азота
- сульфаты
- нефтепродукты
- fosfaty

**Бассейн реки Сырдарья:** Характеристика химического состава реки Сырдарья осуществлялась по данным тринадцати гидропостов. На участке в районе с. Кокбулак вода поступает с большим количеством загрязняющих веществ. Основными загрязняющими веществами являются

сульфаты, нитриты, медь и магний. Их максимальный уровень превышал норму по сульфатам – 15,5 раза, по нитритам – 3,8 раза, по меди - 9 раза и по магнием - 3,7 раза. Среднегодовые концентрации этих веществ превышали норму от 1,00 до 4,9 ПДК. Максимальный уровень загрязнения наблюдался в весенний период.

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) по гидропостам находился в пределах от 0,27 – 4,76.

Общий индекс загрязнения воды составил- 2,07 и относится к 3 классу , умеренно-загрязненная.

**Река Сырдарья:** Непосредственно по реке Сырдарья расположены семь гидропостов. По результатам химических анализов воды реки загрязнена сульфатами, медью, нитритами и магнием.

Среднегодовые концентрации этих веществ превышали норму от 1,45 до 5,2 ПДК. Максимальные значения сульфатов превышало норму 7,6 раза, меди 5 раза, нитритов 5,6 раза и магния 2,4 раза.

Индекс загрязнения воды (ИЗВ)по гидропостам реки Сырдарья находился 1,10 – 5,3. Общий индекс загрязнения воды составил – 2,17 и относится к 3 классу (умеренно-загрязненная).

**Вдхр. Шардаринское:** Вода Шардаринского водохранилища загрязнена сульфатами, нитритами, медью и магнием. Их среднегодовые концентрации превышали допустимую норму от 1,2 до 5,0 ПДК. Максимальное содержания сульфатов 7,7 ПДК, нитритов 2,2 ПДК, меди 8 ПДК и магния 2,9 ПДК

Индекс загрязнения воды (ИЗВ)- 2,11, что относится к 3-му классу, умеренно-загрязненная.

**Река Келес:** В верхнем течении реки (с.Акжар) среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ находились в пределах нормы. К устью реки качество воды ухудшается, что связано с интенсивным развитием орошаемого земледелия и животноводства. Максимальное содержание сульфатов превышало норму в 15,5 раз, меди в 9 раз, магния 3,6 раза и нитритов в 2,7 раза. Состояние воды по сравнению с прошлым годом ухудшилось

Индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил – 3,31, и относится к 4 классу, загрязненная.

**Река Бадам:** Уровень загрязнения реки установлен по результатам химического анализа воды двух гидропостов расположенные по реке Бадам (г/п г. Шымкент и г/п аул Караспан). Основными загрязняющими веществами являются сульфаты, нитриты, медь и магний. Среднегодовые концентрации этих веществ превышало норму от 1,0 до 5 ПДК. Максимальное содержание меди в районе гидропоста г. Шымкент (0,64 км ниже ЗАО"Южполиметалл") превышало норму 8 раза, что связано с подземными водами, которые имеют тесную гидравлическую связь с поверхностными водами. Сульфаты превышали норму 3,5 раза (аул Караспан), нитриты 2,2 раза (г/п Шымкент), магний 2,1 раза (г/п Шымкент). Рост концентраций примесей отмечался весенний период, во время смыва с поверхности земли загрязняющих веществ дождовыми потоками. Остальные ингредиенты находились пределах допустимой нормы

Индекс загрязненности воды составил (ИЗВ) - 1,72 что относится к 3 классу, умеренно - загрязненная.

**Река Бугунь:** Река относится к числу не загрязненных. Содержание некоторых ингредиентов обнаружено в пределах 0,4 – 1,0 ПДК.

Индекс загрязненности воды (ИЗВ) составил - 0,64 и относится к 2 классу, чистая.

**Река Катта-Бугунь:** Вода реки относится к категории "чистая". Индекс загрязненности воды составило - 0,48, что относится ко 2 классу, чистая.

В течение 2005 года обнаружено 11 ВЗ. Содержание сульфатов в реке Келес превышали ПДК: в январе –12,0 ПДК, феврале 14,7 ПДК, марте- 14,8, мае 12,8 ПДК, июне 11,7 ПДК, июле 12,7 ПДК, августе 15,5 ПДК, сентябре –14,3 ПДК, октябре – 12,4, ноябре – 14,2 ПДК и декабре – 13,4 ПДК.

По остальным ингредиентам ВЗ не обнаружено.

**Очистные сооружения.** По области взято на учет 49 очистных сооружения. ПДС разработаны для 29. Имеются 30 выпусколов водные объекты, из них КДС - 19 . В настоящее время из существующих очистных сооружений большая часть не работает в связи с простоем производства. Из них 10 имеют выпуски в горколлектор, 39 - в водоемы, на ЗПО, поля фильтрации, накопители, неэффективно работают 3 очистных сооружения.

Областной центр имеет очистные сооружения, мощностью 197 тыс. м<sup>3</sup>/сут., при фактической нагрузке – около 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут, которые находятся на балансе ТОО “Водные ресурсы – маркетинг”. Емкость – 25 млн. м. куб. Отводимые сточные воды – смешанные: коммунально-бытовые и производственные. После очистки стоки отводятся в Буржарский накопитель.

**Заключение.** Нормативные объемы сбросов, нормы изъятия природных ресурсов, размещение отходов устанавливаются конкретным предприятиям природопользователям региональными органами экобиоресурсов в соответствии с их компетенцией. Что касается самих нормативов, то они разрабатываются предприятиями - природопользователями с учетом предложений органов местного самоуправления, науки, общественных организаций и населения, а также законодательных актов, экологических ситуаций и программ с тем, чтобы активно содействовать предотвращению нарушения равновесия в природной среде и обеспечению оптимальных условий для жизни людей.

Охрана водных ресурсов - одна из наиболее сложных проблем водного хозяйства. Основной причиной загрязнения поверхностных вод является сброс в реки и водоемы неочищенных промышленных и коммунально-бытовых стоков. Для сохранения и восстановления чистоты водоемов представляется необходимым осуществление следующих мероприятий:

-усовершенствование и изменение технологии промышленного и сельскохозяйственного производства, разработка и внедрение маловодной и безводной технологии в целях уменьшения объемов водоотведения;

-обеспечение полной очистки коммунально-бытовых и промышленных стоков;

-широкое внедрение оборотного водоснабжения, расширение повторного использования очищенных сточных сбросов в реки;

-разработка и осуществление государственных планов водоохранных мероприятий в масштабах бассейнов рек и водоемов с учетом современного и перспективного размещения производств и рассмотрения этих мероприятий как части плана конкретных действий по управлению водными ресурсами этих бассейнов;

-укрепление межгосударственного сотрудничества с целью эффективного управления трансграничными водами сопредельных речных бассейнов, а также сотрудничества с международными организациями в области продовольствия, ирригации, водных ресурсов (FAO, ICID и другими) с целью получения новых технологий, обмена опытом;

-создание условий устойчивого функционирования водохозяйственных объектов;

-разработка законодательной и нормативной базы рационального использования и охраны водных ресурсов, осуществление государственного контроля за соблюдением водного законодательства.

Масштабы мероприятий по охране водоемов от загрязнения свидетельствуют о необходимости проведения организационных мер по усилению водохозяйственных, в том числе и водоохранных органов. Водоохранные органы - это бассейновые водохозяйственные управления, которые должны осуществлять планирование необходимых мероприятий, управление системами после их создания и контроль за качеством вод. Важным экономическим рычагом управления водными ресурсами должно стать совершенствование экономического механизма водопользования. Для достижения этих стратегических задач, определенных на национальном уровне, план конкретных действий опирается на общественный (муниципальный) и частный хозяйствующий уровни ведения водного хозяйства

В целях повышения ответственности за охрану природы предприятиям выдается специальное разрешение на выбросы, отходы и изъятия природных ресурсов. Министерство экологии и биоресурсов обязано осуществлять методическое руководство за нормированием сбросов и выбросов, лимитированием природных ресурсов и разрешение отходов. Руководство же этими вопросами на местах должно осуществляться органами местной исполнительной власти совместно с местными органами окружающей среды и санитарно эпидемиологического надзора.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Айдосов А.А., Айдосов Г.А. Теоретические основы прогнозирования природных процессов и экологической обстановки окружающей среды. Книга 1, Теоретические основы прогнозирования атмосферных процессов и экологической обстановки окружающей среды. - Алматы: Изд-во «Қазақ университеті», 2000.- 290 с.

[2] Айдосов А.А., Айдосов Г.А., Заурбеков Н.С. Моделирование распространения вредных веществ в нижнем слое атмосферы со свободной верхней границей воздушной массы и оценка экологической обстановки окружающей среды.// Промышленность Казахстана. – Алматы. - 2007. -№1(40). - С. 68-70.

[3] Айдосов, А. А., Г. А. Айдосов, Н. С. Заурбекова, и Г. И. Азхиева. Модельная оценка технологической нагрузки экологических компонентов в нефтегазодобывающем регионе, 160. Волкова Е.В.: Алма-Ата. 2015.

[4] [\[4\] \[https://studbooks.net/828447/agropromyshlennost/sostoyanie\\\_zemelnyh\\\_otnosheniy\\\_yuzhno\\\_kazahstanskoy\\\_Oblasti\]\(https://studbooks.net/828447/agropromyshlennost/sostoyanie\_zemelnyh\_otnosheniy\_yuzhno\_kazahstanskoy\_Oblasti\)](https://studbooks.net/828447/agropromyshlennost/sostoyanie_zemelnyh_otnosheniy_yuzhno_kazahstanskoy Oblasti)

[5] Водный Кодекс РК

- [6] <https://geosfera.org/aziya/kazakhstan/2699-yuzhno-kazahstanskaya-oblast.html>
- [7] Промышленность Южно-Казахстанской области за 2006–2010 годы. - Статистический сборник / Под редакцией А.А. Абидабекова. – Шымкент, 2011. – 83 стр.
- [8] Салимбаева Р.А. Экологические проблемы Южного Казахстана и их влияние на строительство экономического пояса вдоль нового Шелкового пути // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12-6. – С. 1105-1108.
- URL: <http://applied-research.ru/ru/article/view?id=8093> (дата обращения: 20.06.2020).
- [9] (Сборник «Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана»). Обновлено: 01.06.2020 23:01. Создано: 12.09.2014 13:58

Айdosов А., Баямирова Р.У., Тогашева Э.Р., Жолбарасарова А.Т., Кунаева Г.Е.,

**Өнеркәсіптік аймақтың экологиялық - экономикалық қауіпсіздігін бағалау және су ресурстарының жай-күйін қазақстан Республикасы мен онтүстік Қазақстан облысы бойынша серпінділупен талдау**

**Тұйинде:** Жұмыста су ресурстары жөніндегі стратегиялық ұлттық саясатқа сәйкес өнеркәсіптік аймақтың экологиялық - экономикалық қауіпсіздігін бағалау қарастырылды және су ресурстарының жай - күйін қазақстан Республикасы мен Онтүстік Қазақстан облысы бойынша динамикаға талданды, су ресурстары шектеулілігінің теріс салдарын жоюға және экономикалық өсу үшін жағдай жасауға, Әлеуметтік және экологиялық проблемаларды шешуге, Мемлекетаралық су қатынастарын реттеуге бағытталған кешенде сипаттағы ұзақ мерзімді шараларды жүзеге асыру үшін. Бұл ретте, су - экономикалық құндылығы бар және ел дамуының тұрақтылығын анықтайтын ресурс және ішкі және трансшекаралық өзендердегі судың сапасы мәселелерін су мөлшерінен алшақтықта карауға болмайды. Осылайша, су шаруашылығы саясатының басты қагидаттарын су ресурстарын басқаруға бассейндік көзқарас, ластаушы заттардың төгілуі мен табиги су көздерінен су алу көлемін қысқарту, Тарифтердің тенденстірілген жүйесі негізінде су пайдалануды экономикалық реттеу деп есептеу керек. Сведения об авторах

УДК 628.388.3:634

**A. Yessengeldi, A. Abduova, A. Kupriyanov, G. Iztleuov, B. Moshkalov,**

(M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.

e-mail: aigerim1991@mail.ru)

## **ENVIRONMENTAL MONITORING FOR THE PROTECTION OF RARE AND DECORATIVE PLANTS**

**Abstract.** The article discusses the initial stage of biological monitoring of rare and endangered plants "Syrdarya-Turkestan State Regional Park.

As a result of the study, the localization of rare and endangered plants in the territory of the natural park was considered; the initial stages of monitoring summer temperatures in the territory of the natural park; assessment of the status of populations of the flag species *Spiraeanthus schrenkianus* Maxim. Environmental monitoring is a universal type of monitoring, covering issues of a biological and geographical nature, taking into account their close mutual relationship. From the point of view of system analysis, it can include all types, systems, subsystems, methods and methods of organizing monitoring of anthropogenic environmental changes.

**Keywords:** monitoring, environment, protection of rare and decorative plants, Syrdarya-Turkestan State Regional Natural Park, cenopopulation

**A. Есенгелді, А.А. Абдуова, А.Н. Куприянов, Г.М. Изтлеуов, Б.М. Мошқалов,**

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, г. Шымкент, Казахстан,

e-mail: aigerim1991@mail.ru)

## **МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЦЕЛЯХ ОХРАНЫ РЕДКИХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ**

**Аннотация.** В статье рассматривается начальный этап биологического мониторинга редких и исчезающих растений «Сырдарья-Туркестанского государственного регионального парка.

В результате исследований рассмотрены локализации редких и исчезающих растений на территории природного парка; начальные этапы мониторинга летних температур на территории природного парка; оценка состояния популяций флагового вида *Spiraeanthus schrenkianus* Maxim. Экологический мониторинг является универсальным типом мониторинга, охватывающим вопросы биологического и географического характера с учетом

их тесной взаимной связи. С точки зрения системного анализа он может включать в себя все виды, системы, подсистемы, способы и методы организации мониторинга антропогенных изменений окружающей среды.

**Ключевые слова:** мониторинг, окружающая среда, охрана редких и декоративных растений, Сырдарья-Туркестанский государственный региональный природный парк, ценопопуляция

### Введение

Экологический мониторинг представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений о состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов

Отличительной особенностью информационного обеспечения современных систем экологического мониторинга является их распределенность, позволяющая размещать отдельные блоки системы в сети Internet и иметь к ним удаленный доступ на основе типовых программ клиента. Такой подход не только позволяет вести быструю разработку подсистем экологического мониторинга, но и дает возможность их расширения за счет конкретных видов вычислительного сервиса, определяемого средствами облачных технологий.

В конце XX века человечество осознало глобальное значение биологического разнообразия для сохранения среды обитания самого человека. Растения самая хрупкая, но очень важная часть биологического разнообразия планеты. Видовое разнообразие, обусловленное длительным процессом эволюции, составляет основу целостности экосистем и биосфера в целом. Выпадение нескольких, а иногда одного биологического вида, казавшегося «малоценным» ведет к нарушению этой целостности и разрушению экосистем. По мере того, как естественные сообщества становятся менее разнообразными, снижается их устойчивость, а вместе с этим их глобальная роль поглощения углекислого газа и продуцирования органического вещества. Исчезновение любого вида – это безвозвратная утрата уникальной генетической информации. Любой вид растений, даже не используемый людьми в настоящее время, имеет потенциальную ценность, поскольку сегодня мы не можем предугадать, какие именно вещества, находящиеся в растениях, потребуются человечеству для удовлетворения своих нужд и выживания в будущем.

Еще сто лет назад угроза существованию отдельных видов и экосистем не была так велика, как сегодня, когда рост населения и последствия хозяйственной деятельности приводят к необратимым изменениям экосистем нашей планеты [1,2].

В 1999 году на XVI Международном ботаническом конгрессе, президент конгресса, директор Миссурийского ботанического сада П. Ревин заявил, что если не принять в ближайшее время действенные меры по сохранению разнообразия растений, то к середине XXI века могут быть потеряны от 1/3 до 2/3 из 300 тыс. видов растений., произрастающих в настоящее время на Земле [3].

В 1992 г.на совещании всех глав государств в Рио-де-Женейро была принята Конвенция о сохранении биологического разнообразия. Основная цель Конвенции – сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и ответственность каждого государства за сохранение биоразнообразия, обитающего на его территории. Эту концепцию подписали главы более 200 государств, в том числе и России [4].

Глобальная стратегия сохранения растений принята на шестой встрече Конференции сторон, подписавших Конвенцию сохранения биологического разнообразия в Гааге в 2002 г. Наряду с основным пунктом – сохранение растений, в стратегии рассматриваются такие аспекты, как рациональное использование природных ресурсов, создание потенциала для сохранения разнообразия растений и равноправное совместное использование выгод, получаемых при использовании разнообразия растений.

Сохранение биологического разнообразия, в том числе и растений осуществляется как в местах природного обитания (*in situ*), так и вне их (*ex situ*) и концептуально базируется на двух подходах: популяционно-видовом и экосистемном. Каждое направление предусматривает разработку особых мер по сохранению растений, которые должны основываться на мониторинговых исследованиях.

Охрана растений может быть реализована при партнерском взаимодействии органов государственной власти, ученых негосударственных общественных экологических организаций, структур бизнеса, а также международных природоохранных организаций. Но эффективность принимаемых мер будет высокой в том случае, если каждый человек осознает необходимость сохранения флористического разнообразия.

### Объекты и методы исследования

При экологическом мониторинге проводились наблюдения за состоянием элементов биосфера и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия, которые могут вызвать ее изменения. Система формируется на основе определенных типовых процедур это: выделение (определение) объекта наблюдения; обследование выделенного объекта наблюдения; составление информационной модели для объекта наблюдения; планирование измерений, оценка состояния объекта наблюдения и идентификации его информационной модели

### Основные принципы мониторинга за редкими и исчезающими растениями

Сохранение биологического разнообразия, в том числе и растений осуществляется охраной редких и исчезающих растений как в местах природного обитания (*in situ*), так и вне их (*ex situ*). Охрана растений может быть реализована при партнерском взаимодействии органов государственной власти, ученых негосударственных общественных организаций, структур бизнеса, а также международных природоохранных организаций.

Под редкими видами понимают растения, которые обнаружены в небольшом количестве местонахождений. Биологическая редкость растений обусловлена естественными причинами. Обычно достаточно редкими бывают растения из следующих групп: реликты – древние растения, остатки былых флор; эндемики – растения, распространенные на ограниченной по площади территории; виды, находящиеся на границе ареала; виды с низким темпом воспроизводства и низкой экологической устойчивостью.

С правовой точки зрения к категории «редкий вид» относят все виды, занесенные в Красные книги различных рангов, в том числе и те растения, которые широко распространены, но находятся под угрозой исчезновения или сокращения своей численности и ареала в результате антропогенного воздействия.

Под понятием «исчезающие растения» понимаются виды, численность популяций которых на определенной территории уменьшается. Причинами сокращения популяций могут быть как природные, связанные с изменением климата, а могут быть антропогенного или техногенного характера.

Работа по мониторингу редких и исчезающих растений начинается с оценки состояния растительного покрова, состава и особенности флоры и растительности, выявлению редких и исчезающих растений, включенных в Красную книгу Республики Казахстан. Оцениваются критерии оценки состояния видов (табл. 1)

Таблица 1. Критерии оценки состояния видов [5]

Состояние популяции	Критерий	Тенденция изменения
Высокая	Численность	Увеличивается стабильна
Низкая		Медленно сокращается Быстро сокращается
Многочисленный Редкий Единичный	Плотность	Увеличивается Стабильна Уменьшается
Высокое разнообразие Низкое разнообразие	Генетическая структура популяции	Восстанавливается Стабильна сокращается
Оптимальное Удовлетворительное Критическое	Структура популяции	Восстанавливается Стабильна Нарушается
Оптимальное Удовлетворительное Критическое	Состояние местообитаний	Восстанавливаются Стабильны Деградируют исчезают

При проведении экологического мониторинга используется популяционный подход, который заключается в изучении ценопопуляций отдельных видов растений, слагающих растительные сообщества. Анализ ценопопуляций редких видов, позволяет наиболее полно выявить особенности реагирования растений на различные экологические факторы.

Структура популяционных исследований

Маршрутный (однократное посещение популяций)

Полустационарный (изучение популяции несколько месяцев)

Стационарный (изучение несколько лет)

Подготовительный этап

1. Поиск и изучение литературных источников по природе местного края, редким видам растений и, прежде всего, знакомство с Красной книгой Республики Казахстан [6].

2. Выбор объекта исследования.

3. Изучение картографического материала.

4. Подготовка материалов и оборудования для проведения исследований.

Характеристика состояния популяций редких и исчезающих растений

1. Площадь ценопопуляции ( $\text{м}^2/\text{га}$ ), выполняется на соответствующей картооснове.

2. Фитоценотическая приуроченность, проводится геоботаническое описание фитоценоза (не менее 5 описаний)

3. Размещение особей растений. Проводится путем заложения пробных площадок (не менее 20).

Способы заложения пробных площадок

1. *Регулярный*. Заложение трансект, состоящих из примыкающих друг к другу пробных площадок выбранного размера;

2. *Случайно-регулярный*. Площадки закладываются по сторонам и диагоналям прямоугольника, охватывающего всю площадь ценопопуляции и располагаются друг от друга на определенном расстоянии.

3. *Случайный или «метод башмака»*. Площадки закладываются согласно таблице случайных цифр.

Размеры площадок

Травянистые сообщества – 0,25-4  $\text{м}^2$

Леса и кустарниковые заросли – 100  $\text{м}^2$

Численность популяций

Малочисленные (до 100 экземпляров отдельного вида (гамет или рамет).

Многочисленные (более 100 экземпляров отдельного вида (гамет или рамет).

Таблица 2. Оценка численности растений в ценопопуляциях

Численность	Количество, экз	Балл
Чрезвычайно редкие	1 – 10	1
Редкие	11 – 50	2
Нормальная	51-100	2
Высокая	101-500	4
Очень высокая	До 1000	5

Третьим этапом исследований является характеристика жизненности (виталитета или степени процветания или угнетения) особей, слагающих популяцию. На основании этих данных судят о стратегии популяций - либо она процветающая, либо нормально развивающаяся, либо находящаяся в состоянии регрессии или разрушения. Для этого необходимо определить характер и успешность естественного возобновления растений (семенное, вегетативное размножение, наличие или отсутствие всходов и молодых особей), возрастной спектр и степень развитости растений по некоторым морфометрическим показателям (высота растений, соотношение числа генеративных и вегетативных побегов в пересчёте на одну особь, размеры листьев, количество цветков, плодов, семенная продуктивность). Изучаемых признаков может быть и больше, но каждое измерение и анализ данных требуют много времени, поэтому можно ограничиться изучением лишь некоторых показателей развития [7].

Для выявления жизненности выборка должна быть репрезентативной и включать в себя особи, находящиеся в одном и том же возрастном состоянии. Чаще всего для ценопопуляции нормального типа проводят отбор особей средневозрастного генеративного состояния (g2). Показания морфометрических признаков снимают на уже заложенных пробных площадках на модельных особях. Выборка должна включать данные измерений не менее 30-50 модельных растений в ценопопуляции каждого возрастного состояния [8].

Важным показателем жизненности является и средняя семенная продуктивность. Семенная продуктивность определяется при изучении модельных экземпляров на учетных площадках. Сбор плодов для определения в них числа семян следует проводить незадолго до их созревания, чтобы устранить возможность частичного высыпания семян из них. При изучении многолетних показателей семенной продуктивности необходимо присвоить учетные номера не менее 100 особям. С них собираются плоды в

отдельные пакетики, на которых указывается номер растения, подсчет семян может быть проведен позже. Зрелые семена после подсчета необходимо возвратить в природную ценопопуляцию или использовать для интродукции.

#### Результаты и обсуждение

Изучение структуры ценопопуляций *S.schrenkianus* проводился на восьми ценопопуляциях (ЦП). В долине реки Боролдай.

ЦП-1. Боролдайские горы, долина р. Боролдай, сухие увалы; 42°86126" с.ш. 69°86825" в.д., спирантусник; почвы суглинистые, лесовые, щебнистые. Площадь популяции 6000 м<sup>2</sup>, ОПП – 100%, ОПП *S. schrenkianus* –20% , сообщество насчитывает 42 вида. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Crataegusturkestanica* Pojark., *Hordeumbulbosum* L., *Alceanudiflora* (Lindl.) Boiss., *Artemisia karatavica* Krasch. et Abol., *Bromusoxyodon* Schrenk, *Turgenialatifolia* (L.) Hoffm.

ЦП-2.Боролдайские горы, долина р. Боролдай, 861 м наду.м., 42°52355" с.ш., 69°52232" в.д., спирантусник злаковый; почвы лесовые слегка щебнистые. Площадь популяции 4000 м<sup>2</sup>, ОПП – 90%, ОПП *S. schrenkianus* –20% , сообщество насчитывает 34 вида. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Hordeumbulbosum* L., *Hypericumscabrum* L., *Phlomisregelii* Popov, *Scabiosamicrantha* Desf. ,*Schrenkiagolickeana* (Regelet Schmalh.) B. Fedtsch., *Torilisleptophylla* Reichenb., *Trichanthemiskaratavensis* Regel et Schmalh.

ЦП-3. Боролдайские горы, долина р. Боролдай, 861 м наду.м. , 42°52355" с.ш., 69°52232" в.д., спирантусник злаковый; почвы суглинистые лесовые, слабо щебнистые. Площадь популяции 2000 м<sup>2</sup>, ОПП – 90%, ОПП *S. schrenkianus* –10% , сообщество насчитывает 17 видов. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Hordeumbulbosum* L., *Poabulbosa* L., *Achilleafipendulina* Lam., *Anisanthasterilis* (L.) Nevski, *Artemisia karatavica* ,*Cerasustianschanica* Pojark., *Nesliaapiculata* Fisch., C.A.Mey. et Avé-Lall., *Phlomisregelii* Popov,

ЦП-4. Подножье хребта (внизу ферма), 42°87445" с.ш.; 69°8331" в. д., 560 м. над у.м., спирантусник разнотравный; почвы суглинистые. Площадь популяции 8500 м<sup>2</sup>, ОПП – 85%, ОПП *S. schrenkianus* –20% , сообщество насчитывает 36 видов. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Poabulbosa*, *Hordeumbulbosum*, *Achilleiebersteinii* Afan., *Astragalusanisomerus* Bunge, *Astragalusxiphobolus* M. Pop., *Crupinavulgaris* Cass., *Lepidolophakaratavica* Pavl., *Oedibasisplatycarpa* (Lipsky) K.-Pol.

ЦП-5. Левый берег р. Боролдай, нижняя часть склона на месте старых посадок абрикоса, 42°52872" с.ш., 069° 53485" в.д., 598 м. наду.м., злаково-разнотравный суходольный луг, антропогенно измененный; почвы лесовидные суглинистые. Площадь популяции 6000 м<sup>2</sup>, ОПП – 80%, ОПП *S. schrenkianus* –10% , сообщество насчитывает 36 видов. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Poabulbosa*, *Ferulakaratavica* Regelet Schmalh., *Hordeumbulbosum*, *Achilleiebersteinii* Afan., *Astragalusanisomerus* Bunge, *Astragalusxiphobolus* M. Pop., *Crupinavulgaris* Cass., *Lepidolophakaratavica* Pavl., *Oedibasisplatycarpa* (Lipsky) K.-Pol.

ЦП-6. Долина реки Боролдай, северный глинистый склон, заросли боярышников, 42°52151" с.ш., 069°53485" в.д., 753 м. наду.м., почвы глинистые. Площадь популяции 3500 м<sup>2</sup>, ОПП – 90%, ОПП *S. schrenkianus* –10% , сообщество насчитывает 29 видов. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Centaureasquarrosa* Willd., *Amygdaluspetunnikowii* Litv., *Atrapaxisspinosa* L., *Cerasustianschanica*, *Eremostachyskaratavica* Pavl., *Hordeumbulbosum*, *Lepidolophakaratavica*, *Poabulbosa*, *Scandixpecten-veneris* L.

ЦП-7. Долина реки Боролдай, каменистые склоны юго-западной экспозиции, 42°88006" с.ш.; 69°83415" в. д., 677 м. наду.м., каменистые склоны юго-западной экспозиции, почвы глинистые, сильно каменистые. Площадь популяции 3500 м<sup>2</sup>, ОПП – 90%, ОПП *S. schrenkianus* –10% , сообщество насчитывает 24 видов. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Hordeumbulbosum*, *Poabulbosa*, *Artemisiakaratavica*, *Buglossoidestenuiflora* (L. f.) I.M.Johnst., *Cerasustianschanica*, *Eremuruslactiflorus* B.Fedtsch., *Ferula ceratophylla* Regel et Schmalh., *Galiumparine* L., *Jurineasuffruticosa* Regel, *Rheum cordatum* Losinsk.

ЦП-8. Вершина низкогорий, 42°52785" с.ш., 069°53591" в.д., 644 м. наду.м., злаково-ферулловое сообщество на сильно каменистой суглинистой почве. Площадь популяции 4000 м<sup>2</sup>, ОПП – 80%, ОПП *S. schrenkianus* –10% , сообщество насчитывает 26 видов. В сложении растительности наибольшее участие имеют: *Hordeumbulbosum*, *Poabulbosa*, *Aegilopsylindrica* Host, *Alceanudiflora* (Lindl.) Boiss., *Artemisia karatavica*, *Crupinavulgaris*, *Geranium schrenkianum* Trautv. exPavl., *Pistaciavera* L., *Potentillaorientalis* Juz., *Rinderaechinata* Regel.

### Заключение

При проведении начального этапа эколого-биологического мониторинга изучен *S. Schrenkianus* в горах Боралдайтау. А так же выполнена задача выявления популяций, изучения ценофлоры, возрастных особенностей, структуры ценопопуляций *S. schrenkianus* в естественных местах произрастания.

*Spiraeanthus schrenkianus* Maxim. – эндемичный для Казахстана род и вид с сокращающимся ареалом, включенный в Красную книгу Казахстана [9]. Это одно из древнейших растений нашей планеты. Вероятно, на территории современного Карагату оно росло в эоцене, около 40 млн. лет назад, во время аридизации климата, образуя древнейшие парацибляковые и кустарниково-степные сообщества [10].

Изменение климата, увеличение антропогенной нагрузки на экосистемы приводит к постоянному сокращению видового разнообразия [11]. Несмотря на постоянный интерес к *S. Schrenkianus* как редкому, эндемичному, реликтовому виду, включенному в Красную книгу Казахстана [6], сведений о состоянии популяции, ценофлоре, особенностей онтогенеза в горах Боралдайтау, входящих в систему хребтов Сырдарьинского Карагату практически нет.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вернадский В.И. Размышление натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М. 1977. 191 с.
- [2] Марков Ю. Г. Социальная экология. Взаимодействие общества и природы. Уч. пособие. -2-е изд. Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2004. -544с.
- [3] Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. М. 2003. 32 с.
- [4] Коптиг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.): Информационный обзор.- Новосибирск, 1992в. - 62 с.
- [5] Барanova О. Г. Изучение ценопопуляций растений «Красной книги Удмурской Республики» в природе и интродукции. Ижевск. 2006. 74 с.
- [6] Красная книга Казахстана (изд. 2 переработанное и дополненное). Т. 2 Растения. 2014. Астана: ТОО AptPrintXXI, 452 с.
- [7] Sataev M.I., Abduova A.A., Kupriyanov A.N., Organization of farm for the cultivation and sale of ornamental and rare plants on the basis of the Syrdarya-Turkestan regional natural park. Industrial Technology and Engineering, 2018, Vol.28, Issue 3, p.5-12.
- [8] Kupriyanov O. A., Kupriyanov A. N., Abduova A. A., Yessengeldi A., Sataev M. I., Moshkalov B. M., Tolegen M., Coenoflora and *Spiraeanthus schrenkianus* Maxim population structure in the mountains of Boraldaytau. EurAsian Journal of BioSciences, 2019, Vol.13, p.1205-1213.
- [9] Иващенко А.А. Список флоры охраняемых территорий Боралдайтау // Ботан. иссл. Сибири и Казахстана: сборн. научн. трудов. Вып. 21. / под ред. А.Н. Куприянова. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2015. С. 8–93.
- [10] Камелин Р.В. Флора Сырдарьинского Карагату: Материалы к флористическому районированию Средней Азии. Л.: Наука, 1990. 146 с.
- [11] State of the World's Plants // Rew Royal Botanic garden. – 2016. – 80 p.

Есенгелді А., Абдуова А.А., Куприянов А.Н., Изтлеуов Г.М., Мошкалов Б.М.

### Сирек және сәндік есімдіктердің қорғау мақсатында экологиялық мониторинг

**Түйіндеме.** Мақалада Боралдайтау тауларында *S. Schrenkianus*-тың экологиялық және биологиялық мониторингінің барапқы кезеңі қарастырылған. Зерттеу міндеттеріне популяцияларды анықтау, ценофлора, жас ерекшеліктері және табиги өсу орындарындағы *S. schrenkianus* ценопопуляцияларының күрілымы кірді.

**Түйін сөздер:** мониторинг, қоршаған ортаны қорғау, сирек кездесетін және сәндік есімдіктердің қорғау, Сырдария-Түркістан мемлекеттік аймақтық табиги паркі, ценопопуляция

УДК 550.83

**A.K. Issagaliyeva**  
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: a\_isagalieva@mail.ru)

## STATE OF THE INFORMATION BASE OF GEOPHYSICAL DATA FOR GEODYNAMICAL ZONING OF THE SOUTH OF CASPIAN DEPRESSION

**Abstract.** The caspian depression is characterized by a high degree of geological and geophysical knowledge by regional methods including high precision gravity, magnetic and seismic exploration. Geophysical information makes it possible to highlight large geotectonic elements at a high quality level: uplifts, troughs, tectonic faults, shear-trusts along the deep horizons of the earth's crust, the surface of basement and overlapping strata. It serves as the basis for

further and in-depth research, for refinement of the model of deep structure and geodynamic development of the lithosphere of south of Caspian sedimentary depression.

**Key words:** seismic exploration, gravity exploration, magnetic exploration, satellite imagery, deep structure, geodynamics.

**А.К. Исагалиева**

(Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

a\_isagalieva@mail.ru)

## СОСТОЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЮГА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

**Аннотация.** Прикаспийская впадина характеризуется высокой степенью геолого-геофизической изученности региональными методами, включающие высокоточную, грави-, магнито- и сейсморазведку. Геофизическая информация дает возможность на более высоком качественном уровне выделить крупные геотектонические элементы: поднятия, прогибы, тектонические разломы, надвиги по глубинным горизонтам земной коры, поверхности фундамента и перекрывающим толщам и служит основанием для дальнейшего более углубленного изучения и уточнения модели глубинного строения и геодинамического развития литосферы юга Прикаспийского осадочного бассейна.

**Ключевые слова:** сейсморазведка, гравиразведка, магниторазведка, космические снимки, глубинное строение, геодинамика.

При изучении глубинного строения глубоких горизонтов земной коры наибольшей разрешающей способностью обладают сейсмический, гравиметрический и магнитотеллурический методы исследования. Комплексное истолкование данных этих методов на основе корреляции скоростных, плотностных и геоэлектрических параметров изучаемой среды позволяет существенно повысить разрешающую способность по каждому методу в отдельности, что способствует получению более достоверных результатов в целом. Материалы грави- и, в меньшее мере, магниторазведки, результаты исследования физических свойств пород обеспечивают информацию о структурных неоднородностях преимущественно верхних горизонтов земной коры, в то время как для нижней части земной коры и верхней мантии важную роль играют данные сейсмических и магнитотеллурических исследований. Каждый из применяемых в настоящее время геофизических методов имеет с точки зрения поставленных задач достоинства и недостатки, технические и методические ограничения [1,2].

Необходимый перечень исходных геофизических данных для изучения геологического строения глубоких горизонтов земной коры, с целью геолого-геофизического моделирования в свете геодинамического развития литосферы, включает следующие геофизические параметры: скорости продольных ( $V_p$ ) и поперечных ( $V_s$ ) волн, плотность ( $\sigma$ ), удельное электрическое сопротивление ( $\rho$ ) и тепловые характеристики горных пород, слагающие геологические комплексы исследуемых горизонтов. [3,4].

В 2015-2017 гг. группой специалистов Кафедры Геофизики КазНИТУ им. К.И. Сатпаева были выполнены научные исследования по теме: «Сбор и анализ геофизической информации с целью формирования базы данных и создания цифровых моделей месторождений углеводородов Казахстана», в рамках Грантового финансирования научных исследований МОН РК (Истекова С.А., Жылкыбаева Г.А., Исагалиева А.К., Аширов Б.К. и др., 2017). Работы по проекту проводились с целью создания базы геолого-геофизических данных месторождений углеводородов Казахстана, разработки на ее основе технологии комплексной интерпретации геофизических материалов для поисков, разведки и оценке сложных по геологическому строению газонефтяных месторождений. Был создан ГИС-проект «База данных геологической информации Прикаспийской впадины», который направлен на получение цифровой информации:

-для моделирования геологического разреза и выявление прогнозно-поисковых геолого-геофизических критериев;

-выделения нефтегазовых геологических структур в толще осадочных образований;

-получения параметров для подсчета запасов и подготовки месторождений к рациональной разработке.

В базе данных сформирован блок цифровых данных по региональным исследованиям казахстанской части Прикаспийской впадины [5].

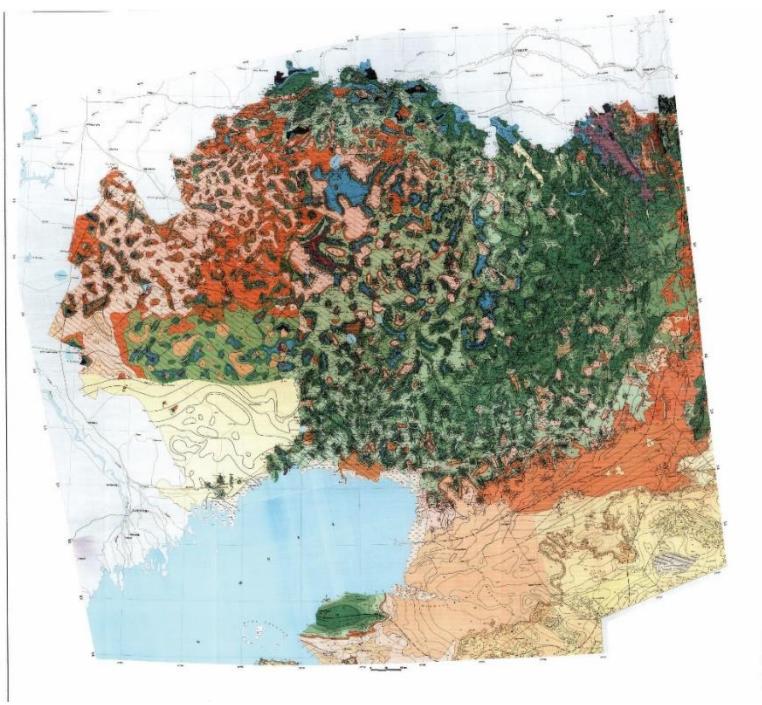
Прикаспийская впадина заснята полностью геологической съемкой масштаба 1:200000 и на 30% - детальными геологическими съемками масштаба 1: 50000 и 1: 25000, в том числе с применением картировочного бурения. В результате этих работ составлена геологическая карта Прикаспийского осадочного бассейна (рисунок 1) [6,7].

Регион детально изучен аэромагнитной и гравиметрической съемкой, дальнейшее развитие получил и метод сейсморазведки [8].

Гравиметрическими исследованиями изучена вся территория Прикаспийского бассейна с различной степенью точности и масштабом съемки. Казахстанская часть территории Прикаспийского осадочного бассейна покрыта гравитационной съемкой масштабов 1: 500 000-1:200 000. По отдельным перспективным участкам выполнена высокоточная детальная съемка с применением высокопроизводительных современных гравиметров (1:50 000-1:25 000). Результаты гравиметрических работ были обобщены и представлены в виде сводных гравиметрических карт различного масштаба (Коврижных П.Н., Воскобойников Д.М., Шагиров Б.Б., 2011).

Изучение общих закономерностей структуры гравитационного поля Прикаспийской впадины является задачей чрезвычайно сложной.

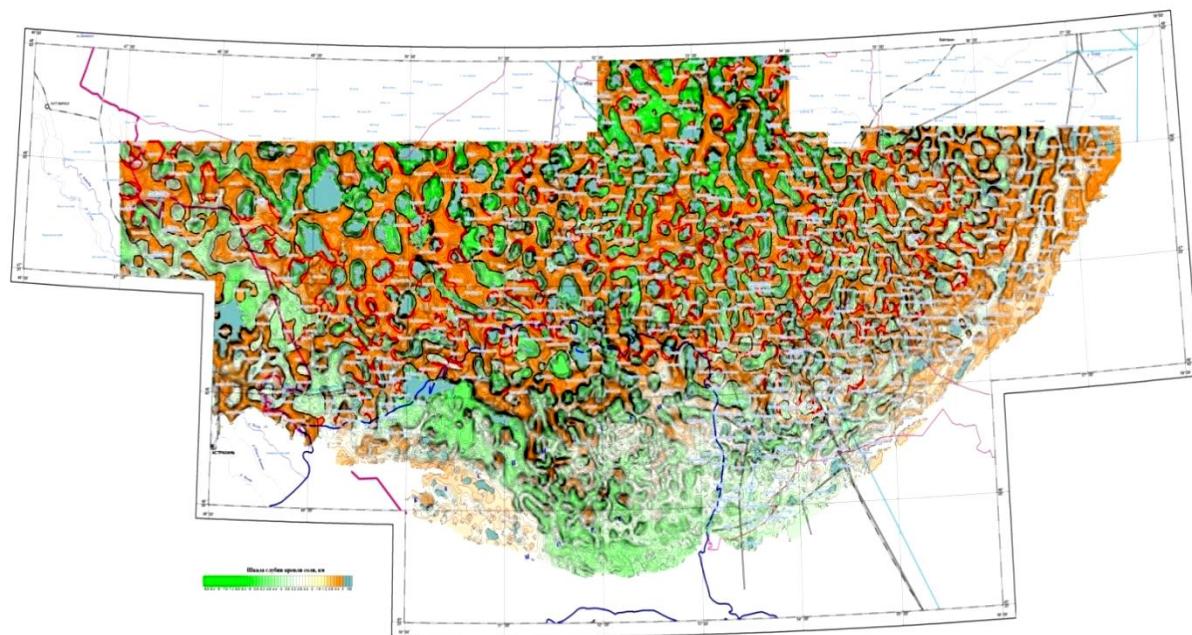
Для анализа закономерностей изменения гравитационных аномалий был выполнен ряд преобразований гравитационного поля с помощью специально разработанных программ. В результате исходное гравитационное поле Прикаспийского региона отображено сочетанием элементов регионального и локального полей.



**Рис.1.** Фрагмент геологической карты Прикаспийского бассейна  
(Бекжанов Г.Р., 1996)

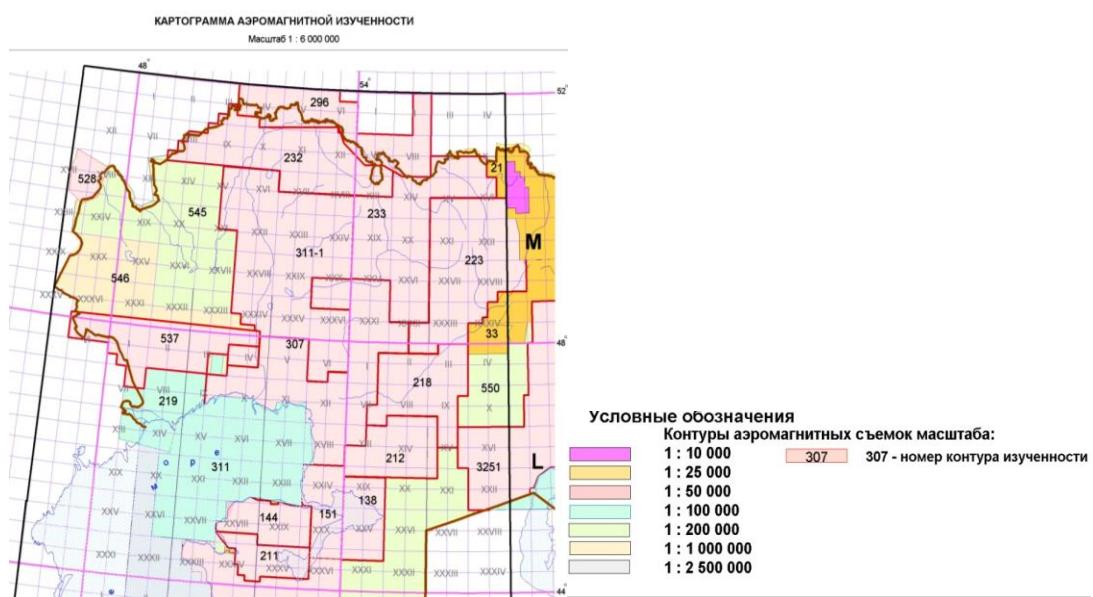
С помощью низкочастотной фильтрации на площади Прикаспийской впадины и ее обрамления были подавлены локальные аномалии и выделено региональное гравитационное поле. Сопоставляя региональное гравитационное поле с геодинамической моделью Прикаспийской впадины и крупными структурами, обрамляющими её, выявлена их хорошая согласованность.

Выделение и районирование локальных гравитационных аномалий проведено на основе использования характерных амплитуд аномалий, их осредненных площадей, конфигурации в плане, ориентировки и протяженности аномальных зон. Пониженная плотность соленосной толщи относительно вышележащих надсолевых отложений и огромные, измеряемые километрами перепады рельефа соли обусловили отображение соляных куполов в гравитационном поле интенсивными отрицательными аномалиями силы тяжести. Именно эти аномалии создают мозаичную структуру гравитационного поля Прикаспийской впадины (рисунок 2).



**Рис. 2.** Южная часть Прикаспийского бассейна. Структурная карта по кровле соли по данным сейсморазведки и гравиметрическим данным (ОГ VI) (Коврижных П.Н., Воскобойников Д.М., Шагиров Б.Б., 2011).

В течение 2010-2011 г.г. в рамках Комплексного проекта научно-производственным центром «Геокен» проведена аэромагнитная съемка с использованием цифровой записи масштаба 1:200 000, с точностью – первые единицы нТл, с применением современной аппаратуры и средствами навигации, по площади охватывающей всю казахстанскую часть территории Прикаспийского бассейна и северную часть акватории Каспийского моря (рисунок 3).

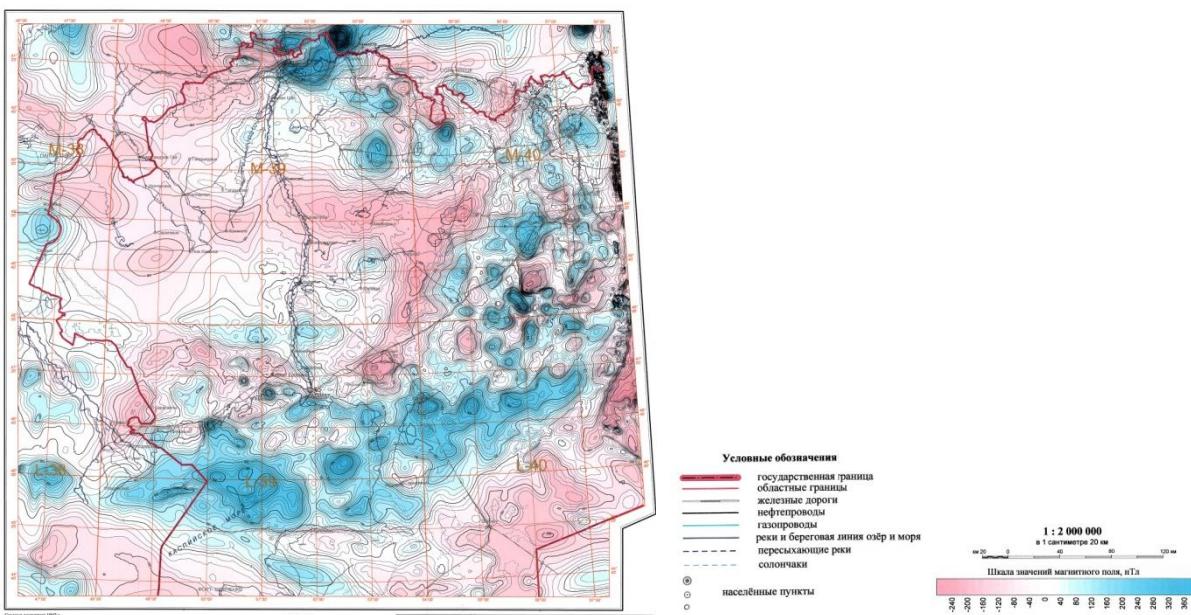


**Рис.3.** Схема аэромагнитной изученности Казахстанской части Прикаспийского региона

Объем исследований составил 218 тыс. пог. км, в т.ч.: 69 тыс. пог. км в акватории Северного Каспия. В результате этих работ впервые создана опорная сеть профилей 10кмх10км, съёмкой в масштабе 1:100 000 также, покрыты два больших участка на востоке и западе Прикаспийского бассейна.

Для построения окончательной цифровой модели магнитного поля использовались исходные данные различного вида – цифровые записи квантовых и протонных аэромагнитометров работ конца

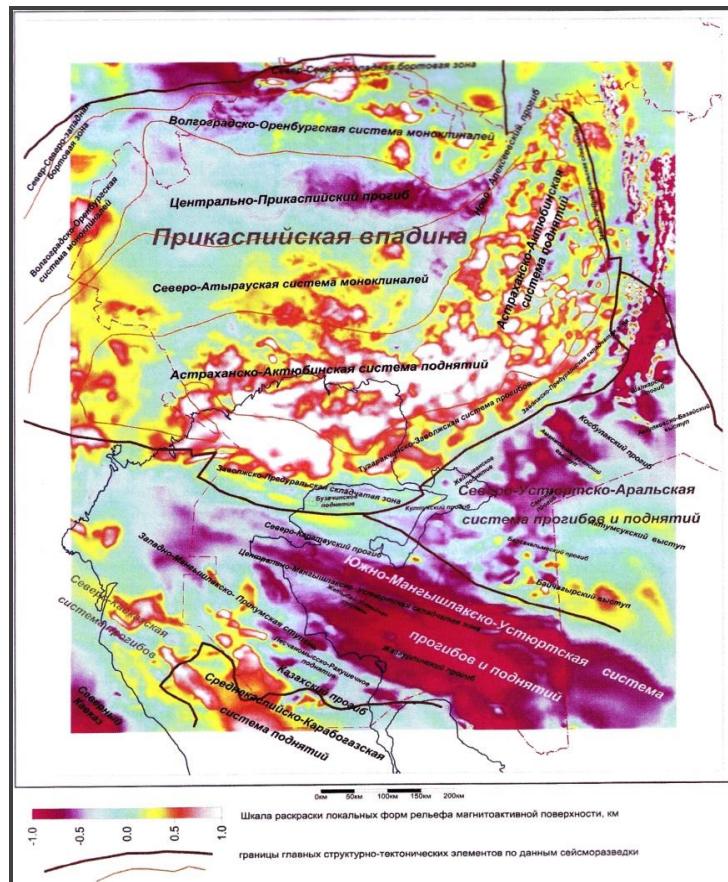
80-х – начала 90-х годов и более поздних, оцифрованные аналоговые записи работ 70-х – начала 80-х, оцифрованные данные с карт магнитного поля, чаще всего – с карт масштаба 1:50 000, и другие данные. Все данные приводились к уровню эпохи 1965 г., в котором выполнены большинство карт и результатов аэромагнитных работ по региону с помощью специализированных программных средств (Geosoft Oasis Montaj, MagMap2000 и др.), образуя в итоге единую матрицу с шагом 0,5 x 0,5 км. В результате оказалось возможным привести имеющиеся средне- и крупномасштабные съёмки к единому уровню и выполнить дополнительное уравнивание с учётом новых данных высокой точности и создание единой карты магнитного поля Прикаспийского бассейна и акватории казахстанского сектора Каспийского моря (1:100000). Среднеквадратичная ошибка опорной сети составила десятые доли нТл, общая ошибка карты  $\pm 1,0 \div 1,5$  нТл (рисунок 4). Магнитное поле, полученное после первичной обработки и увязки смежных участков, подвергалось специальным трансформациям, позволяющим выявить его особенности, максимально отражающие те или иные детали геологического строения [9].



**Рис. 4.** Карта аномального магнитного поля ( $\Delta\text{Ta}$ ) Прикаспийской впадины (Коврижных П.Н., Воскобойников Д.М., Шагиров Б.Б., 2011).

Одним из наиболее широко применяемых преобразований является разложение магнитного поля на составляющие по пространственным частотам – региональную и локальные различных порядков. Региональная составляющая отражает наиболее крупные особенности поля, связанные с распределением магнитных масс на большой глубине. Локальные составляющие представляют вклад в общее магнитное поле аномалий от менее глубоких объектов, чем выше порядок составляющей, т.е. чем более «высокие» (короткие) пространственные частоты превалируют, тем с менее глубокими объектами связывается эта составляющая поля. Локальная составляющая 1-го порядка характеризует распределение магнитных объектов на глубинах нескольких километров (обычно, в нижней части осадочного чехла региональных впадин), 2-го и более высоких порядков – соответственно, на меньших глубинах. Анализ распределения магнитных аномалий позволил получить новые данные по глубинному расположению магнитных объектов, увязанных с этими аномалиями.

На основе полученных новых данных по аэромагнитной съемке построена схема глубин главной магнитоактивной поверхности, которая увязывается с поверхностью фундамента (рисунок 5). Эти результаты в дальнейшем успешно использованы в комплексной оценке нефтегазоперспективности региона с данными по гравиразведке, тепловым полям и сейсморазведке. Сейсмические работы на территории Прикаспия проводятся с 30-х гг. 20 века. Проведены сейсмические региональные исследования (МОВЗ-ГСЗ, КМПВ, МОВ и МОГТ) в объеме более 135 тыс. пог. км., в т.ч. более 67 тыс. пог. км. – на глубокие горизонты (подсолевые отложения, фундамент, земная кора).



**Рис.5.** Схема поведения магнитоактивной поверхности (по данным комплексирования) [9]

Выделены основные и опорные сейсмических горизонты ( $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ ,  $S_1$ , VI, V, III и др.). По поверхности фундамента на юге впадины выявлены Новобогатинский, Гурьевский и Алтыкульский выступы. В целом, сейсморазведочные работы и параметрическое бурение позволили уточнить строение верхней части земной коры, осадочного слоя, подсолевой толщи, наметить границы распространения основных нефтегазоносных комплексов и перспективных объектов для проведения нефтепоисковых работ. Установлено блоково-ступенчатое строение бортовых зон Прикаспия, более достоверно протравированы зоны развития карбонатных и терригенных отложений в верхней части палеозойского комплекса [10].

В Казахстане среди геофизических методов изучения строения земной коры и верхней мантии доминирующее значение приобрели региональные сейсмические методы: вначале КМПВ, затем ГСЗ и его комбинации с методом обменных волн землетрясений (МОВЗ) Территория Казахстана покрыта наиболее густой, в пределах СНГ, сетью профилей региональных сейсмических зондирований: наибольшая плотность профилей на юго-востоке Казахстана и в Прикаспийской впадине, наименьшая – в пределах восточного Приаралья и Тургайского прогиба. Отсутствие традиционной глубинной сейсморазведки восполнено профильной сейсмической томографией [11]. Изучение неоднородности геологического строения нижних горизонты земной коры в пределах изучаемой территории возможны по результатам исследования методом ГСЗ по 5 региональным профилям: Атрек- Абдулино-Сагиз, Волгоград-Челкар-Тургайский, Эмба-Колпашево, Краснодар - Эмба, Меридиан  $50^{\circ}$  (рисунок 6).

Профилями ГСЗ прослежены горизонты, приуроченные к земной коре, а также к глубинам 40-47км (поверхность Мохо).

Значительный прогресс в геологической интерпретации материалов ГСЗ и МОВЗ-ГСЗ достигнут на основе разработанной В.И. Шациловым методики построения двумерных структурно-скоростных моделей литосферы, успешно опробованной по территории юго-востока Казахстана. Использование указанных моделей по профилям геотраверсов обеспечило более высокий уровень построения геолого-геофизических разрезов и увязку глубинных структур с поверхностными (рисунок 7) [12].

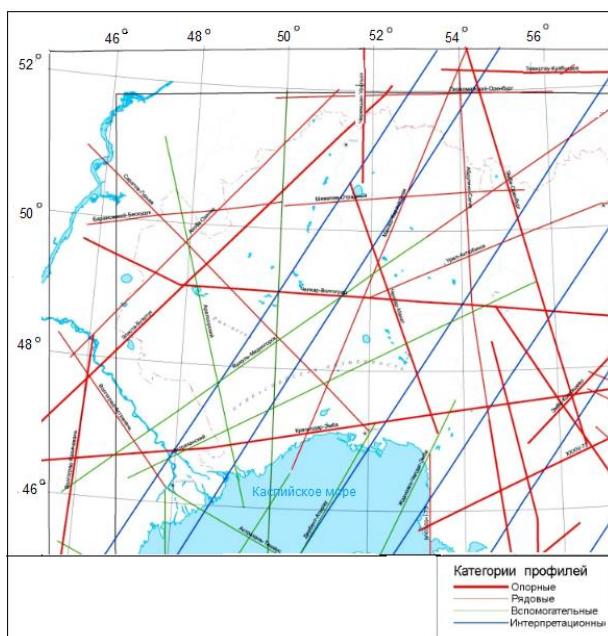


Рис. 6. Схема профилей юга Прикаспийской впадины

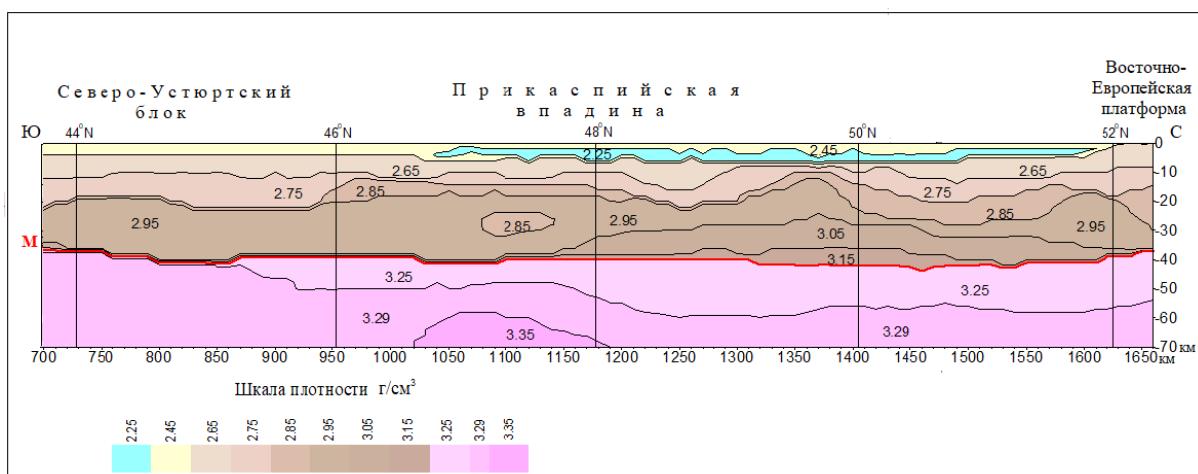


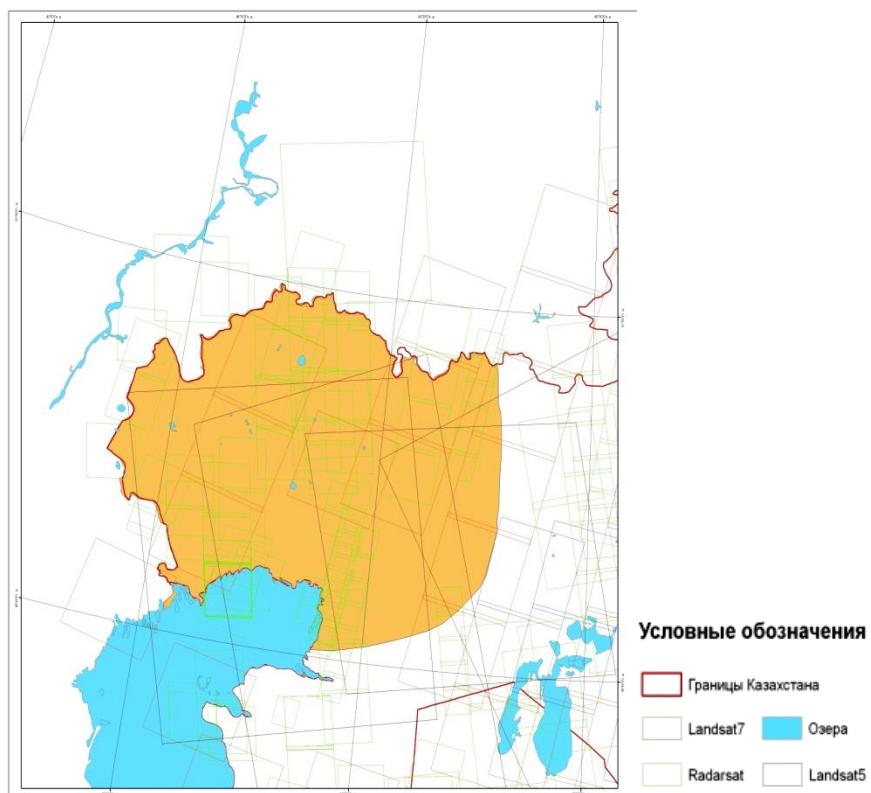
Рис. 7. Плотностная модель по профилю Атрек-Абдулино-Сагиз

Наряду с традиционными геолого-геофизическими методами исследований по Прикаспийскому региону проводились работы по дешифрированию космических снимков и изучению тепловых полей. Территория Прикаспийской впадины, полностью, равномерно изучена различными космическими аппаратами. Наиболее распространенными и доступными для решения различных природопользовательских задач, в т.ч. связанных с геологией, являются космические снимки с аппаратов Terra, Aqua, Landsat, IRS, Radarsat и др. Для общего представления на рисунке 8 приведена схема космической изученности территории Республики Казахстан.

Космические снимки Landsat в видимом и тепловом диапазоне используются при решении задач геотектонического районирования, выделении различных геотектонических структур путем прослеживания линеаментов и выделения тепловых аномалий. Для этого используются соответствующие специализированные системы и пакеты компьютерных программ. Результаты съемок радиолокационной системой Radarsat применяются для построения рельефа местности и построения его трехмерной модели. Эти материалы оказывают большую помощь при геотектоническом районировании, выделении и прослеживании как зон разломов, так и локальных структур, в т.ч. унаследованных.

Региональные комплексные геолого-геофизические исследования последних лет (сейсмо-, грави-, магниторазведка, глубокое бурение) в прибрежных зонах Прикаспийской впадины показали,

что на юго-востоке бассейна высокой сложностью строения отличается Южно-Эмбинское поднятие. В подсолевом комплексе выделены горизонты  $\Pi_1$ ,  $\Pi_1^1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_d^1$ ,  $\Pi_d^2$ ,  $\Pi_3$ . В прерывисто-слоистом комплексе уточнено прослеживание горизонтов  $\Pi_3$  и  $\Pi_\phi$ . В южной части междуречья Урал-Волга региональными исследованиями МОГТ установлено, что толщина осадочного чехла в районе Астраханского свода достигает 9,0 км [13].



**Рис.8.** Схема аэрокосмической изученности Прикаспийской впадины

Установлено более глубокое залегание кристаллического фундамента в пределах Южно-Эмбинского прогиба, который в районе месторождения Тортай (северный склон Южно-Эмбинского палеозойского поднятия) залегает на глубинах свыше 12 км. По ранее предложенным схемам, глубина залегания фундамента здесь предполагалась на отметке 9 км [14].

Более глубокое залегание поверхности фундамента установлено также в пределах Актюбинско-Астраханской зоны поднятий. Это позволяет предполагать увеличение толщины додевонского комплекса в пределах Южно-Эмбинского прогиба и в других частях впадины, что увеличивает диапазон нефтепоисковых исследований в разрезе бассейна. По результатам бурения скважины на структуре Тасым Юго-Восточный получен положительный результат в подсолевом комплексе Актюбинско-Астраханской зоны поднятий. Тем самым подтвердился многолетний прогноз отечественных геологов и геофизиков о возможной нефтегазоносности палеозойских отложений во внутренних более погруженных областях Прикаспийского бассейна осадконакопления. Результаты бурения данной подсолевой скважины повышают как степень прогноза глубоких месторождений на других аналогичных объектах, так и уверенность эффективно осваивать аналогичные объекты уже в ближайшее время [15].

Таким образом, обзор информации базы данных по состоянию региональных геофизических исследований показал, что юг Прикаспийской впадины в целом характеризуется высокой степенью геолого-геофизической изученности региональными методами, поэтому глубинные построения в достаточной мере обеспечены геофизическими материалами. Однако, полученные на сегодняшний день результаты обобщения и анализа исследований глубоких горизонтов земной коры, включают в основном региональные построения по гравиметрическим и магнитометрическим данным, а также по данным космо- и тепловой съемки.

Существующая на сегодняшний день информационная база региональных геофизических данных, несомненно, является, по мнению авторов, основанием для дальнейшего более углубленного изучения и уточнения модели глубинного строения и геодинамического развития литосферы юга

Прикаспийского осадочного бассейна. Перед авторами стоит задача, на основе корреляции скоростных, плотностных, геоэлектрических и других установленных физических параметров, широко используя результаты, полученные по геофизическим данным, при изучении верхних горизонтов земной коры (осадочного слоя), на основе комплексного их анализа, провести увязку структурных неоднородностей верхних горизонтов с неоднородностями нижней части земной коры и верхней мантии (гранитно-метаморфического, гранулит-базитового слоев, поверхности М) в свете геодинамического развития литосферы юга Прикаспийского бассейна.

По имеющейся на сегодняшний день геофизической информации по югу Прикаспийской впадины, возможно на новом качественном уровне выделение крупных геотектонических элементов: поднятий, прогибов, тектонических разломов, надвигов по глубинным горизонтам земной коры, поверхности

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Любецкий В.Н., Горбунов П.Н., Шацилов В.И. и др. Методические рекомендации по изучению глубинного строения Казахстана на основе геотраверсов. Алмат-Ата, 1990. – 101с.
- [2] Истекова С.А. Комплексные геофизические исследования при изучении глубинного строения Казахстана //Вестник КазНТУ. – 2007. – №4. – С.19-27.
- [3] Воцалевский Э.С., Даукеев С.Ж., Коломиец В.П. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Нефть и газ. Т. 3. –Национальная АН РК, Алматы, 2002. – 248 с.
- [4] Геодинамика и сейсмичность литосферы Каспийского региона //Под ред. Ужженова Б.С., Нуисипова Е.Н., Алматы, 2008. 352с.
- [5] Жылкыбаева Г.А., Көбен Г.К., Тұрсынова А.М. К вопросу создания единой БД геолого-геофизической информации по нефтегазовым месторождениям Казахстана. состояние проблемы // Вестник АИНГ. – 2016. –№4(40). – С. 118-124.
- [6] Истекова С.А., Жылкыбаева Г.А. Нысановой А.С. Обзор состояния геологической изученности в Прикаспийской впадине в Казахстане. //Вестник КазНИТУ – 2016 – №3(115). –. С. 39-47.
- [7] Бекжанов Г.Р.; Кошкин В.Я., Никитченко И.И., Скринник Л.И., Тимуш А.В. Геологическая строение Казахстана. Алматы, 2000. – 396 с.
- [8] Истекова С.А., Жылкыбаева Г.А. Состояние геофизических исследований в Казахстане. // Вестник современной науки. – 2015. – №9, ч.2. – С. 107- 115.
- [9] Киинов Л.К., Исказиев К.О., Каримов С.Г., Коврижных П.Н., Шагиров Б.Б. Высокоточная инновационная аэромагнитная съемка Прикаспийской впадины. Алматы, 2008.
- [10] Ulmishek GregoryF.Petroleum Geology and Resources of the North Caspian Basin, Kazakhstan and Russia.U.S. Geological Survey Bulletin 2201-B. Version 1.0. 2001.
- [11] Шацилов В.И., Горбунов П.Н., Фремд А.Г. и др. Скоростные модели земной коры Казахстана. Алматы, 1993. – 105 с.
- [12] Шацилов В.И., Горбунов П.Н. Структура подошвы земной коры Казахстана и сопредельных территорий //Inland Earthquake, Vol.10. №1, 1996. – Р.86-92.
- [13] Абильхасимов Х. Б. Особенности формирования природных резервуаров палеозойских отложений прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности. - М. Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 243 с.
- [14] Орешкин И.В., Новиков С.А., Истекова С.А., Нысановой А.С. Нефтегазогеологическое районирование Казахстанского сектора Прикаспийской нефтегазоносной провинции. Нефтяное хозяйство. вып.1116 №10, Москва, 2016. –С.10-13
- [15] Абильхасимов Х.Б., Истекова С.А., Жылкыбаева Г.А. Нысанова А.С. Особенности бассейнового моделирования при оценке перспектив нефтегазоносности Прикаспийской впадины в Казахстане. EAGE. Geomodel 2016 - 18th Science and Applied Research Conference on Oil and Gas Geological Exploration and Development, Publication date: 12 September 2016.

Исагалиева А.К.

**Каспий маңы ойпатының онтүстігін геодинамикалық аудандастыру үшін геофизикалық деректердің акпараттық базасының жағдайы**

**Түйіндеме.** Каспий маңы ойпаты жоғары дәлдікті, грави -, магниттік және сейсмобарлауды қамтитын өңірлік әдістермен геологиялық-геофизикалық зерттеудің жоғары дәрежесімен сипатталады. Геофизикалық акпарат аса жоғары сапалы деңгейде ірі геотектоникалық элементтерді бөліп көрсетуге мүмкіндік береді: көтерілімдер, ойыстар, тектоникалық жарылымлар, жер қыртысының терендік горизонттары, іргетас беті мен қалыңдығын жабатын жер қыртысының терендік көлденең бойынша жылжуулар және Каспий маңы шөгінді бассейнінің онтүстігіндегі литосфераның терендік құрылышы мен геодинамикалық даму моделін одан ері теренірек зерттеу және нақтылау үшін негіз болады.

**Түйінді сөздер:** сейсмобарлау, гравибарлау, магнитобарлау, ғарыштық суреттер, терендік құрылыш, геодинамика.

УДК 550.46

<sup>1</sup>Sh. Aryanova, <sup>2</sup>L. Rikhvanov, <sup>3</sup>N. Korogod

(<sup>1</sup>S. Toraighyrov Pavlodar state university, Pavlodar, Kazakhstan

<sup>2</sup>National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia

<sup>3</sup>Pavlodar state pedagogical university, Pavlodar, Kazakhstan

E-mail: shinar\_uzh@mail.ru)

## RELATIONSHIPS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ANTHROPOGENIC CARBONATES AND HUMAN HEALTH

**Abstract.** The article presents data on the relationship of the geochemical composition of anthropogenic carbonate formations with nosological types of morbidity. The increased content of chemical elements in anthropogenic carbonates of the northern part of the region is associated with a high frequency of occurrence of the studied types of morbidity. The scum of the southeastern part is characterized by a minimum content of chemical elements and a low incidence. Most types of morbidity are associated with a high content of rare-earth elements in carbonate deposits.

**Key words:** anthropogenic carbonates, morbidity, Pavlodar region, drinking water.

<sup>1</sup>Ш.Ж. Арынова, <sup>2</sup>Л.П. Рихванов, <sup>3</sup>Н.П. Корогод

(<sup>1</sup>Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Павлодар, Казахстан

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

<sup>3</sup>Павлодарский государственный педагогический университет, Павлодар, Казахстан)

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ КАРБОНАТОВ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** В статье представлены данные о связи геохимического состава антропогенных карбонатных образований с нозологическими видами заболеваемости. Повышенное содержание химических элементов в антропогенных карбонатах северной части области ассоциируется с высокой частотой встречаемости изученных видов заболеваемости. Накипь юго-восточной части отличается минимальным содержанием химических элементов и низким уровнем заболеваемости. Большинство видов заболеваемости связано с высоким содержанием редкоземельных элементов в карбонатных отложениях.

**Ключевые слова:** антропогенные карбонаты, заболеваемость, Павлодарская область, питьевая вода.

**Введение.** Проведенные эколого-эпидемиологические исследования установили, что микроэлементный состав питьевой воды оказывает влияние на формирование показателей здоровья человека. Наиболее зависимы от химического состава питьевой воды болезни эндемического характера, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы [1]. Дефицит и дисбаланс таких важных элементов, как кальция и магний, приводит к возникновению заболеваний органов пищеварения, кожи, мочекаменной болезни [2]. Установлено, что употребление высокоминерализованной сульфатно-кальциевой воды приводит к увеличению заболеваний пищеварительной системы [3].

В медико-географических исследованиях выявлены корреляционные связи с онкологическими заболеваниями, эндокринными нарушениями, болезнями органов дыхания, врожденными аномалиями развития системы кровообращения, нарушениями течения беременности [4-11].

Состояние здоровья человека в важной степени определяется качеством питьевых вод.

Многочисленные исследования геохимического состава карбонатных отложений доказали их информативность и возможность использования в роли индикатора качества вод, используемых в хозяйствственно-бытовых условиях [12-15].

Поэтому при медико-биологическом районировании территории Павлодарской области в настоящих исследованиях были использованы антропогенные карбонаты.

**Методы.** Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью методов парной и множественной корреляции, которые показали тесные взаимосвязанные группы химических элементов в антропогенных карбонатах и нозологических типов заболеваемости (Eu, Sm, Yb, Lu, Co - врожденные аномалии, деформации, хромосомные нарушения, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, системы кровообращения, новообразования).

**Результаты.** На территории Павлодарской области содержание химических элементов в карбонатных образованиях отличается некоторым разнообразием. Построенные множественные графики связи химических элементов в карбонатных отложениях и типов заболеваемости позволили объединить районы в группы по следующим признакам:

- северная часть области (Иртышский, Актогайский и Железинский районы) – максимальное содержание элементов в накипи и высокая частота встречаемости заболеваний;

- юго-восточная часть (Лебяженский, Щарбактинский) – минимальное содержание химических элементов в антропогенных карбонатах и низкий уровень заболеваемости;

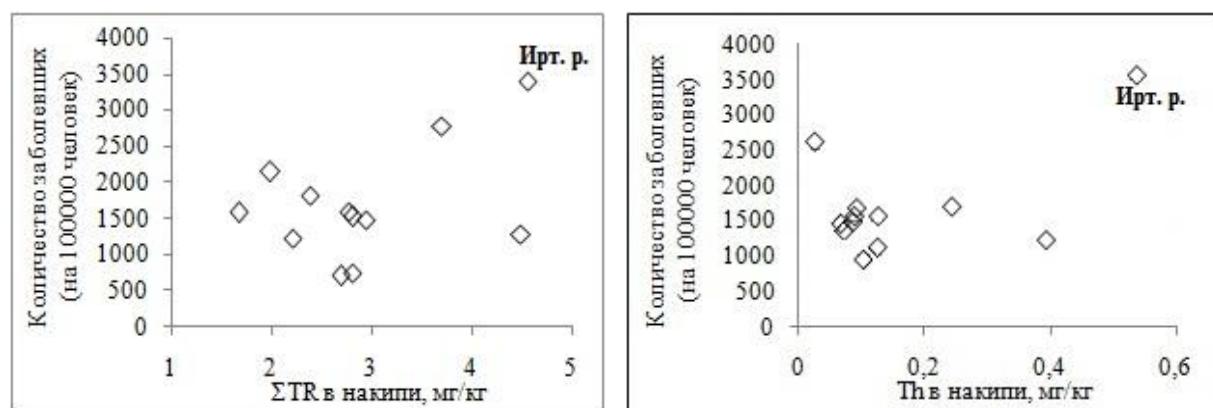
- южная, западная, центральная часть (Баянаульский, Майский районы, г.а. Павлодара, Экибастуз, Аксу) – сочетанное воздействие техногенных и природных факторов повлияло на повышенное содержание ряда химических элементов в антропогенных карбонатах, что позволило нам предопределить развитие конкретных видов заболеваемости.

По количеству встречаемости определенных видов заболеваемости построен ранжированный ряд районов Павлодарской области в порядке убывания:

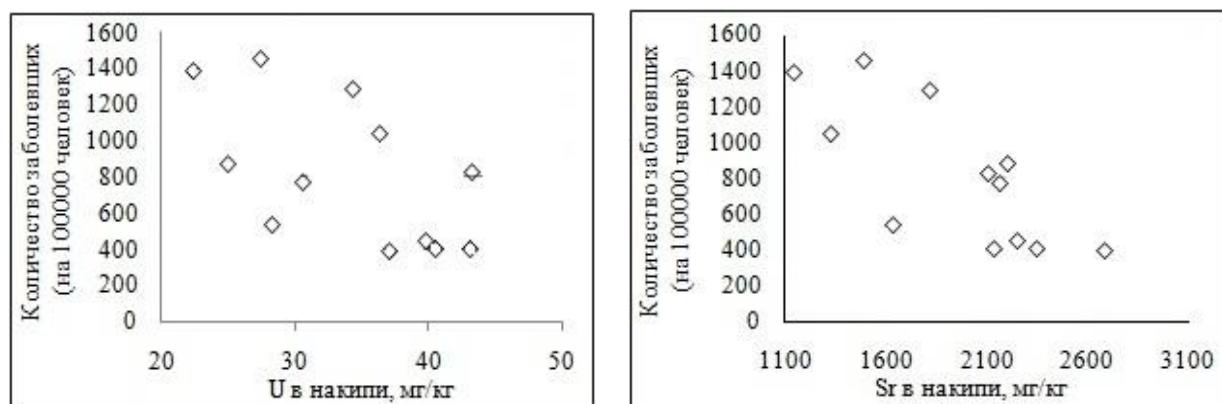
Иртышский – г.а. Экибастуз – Железинский – Актогайский – г.а. Павлодара – г.а. Аксу – Баянаульский – Майский – Успенский – Щарбактинский – Качирский – Лебяженский.

В большинстве случаев уровень заболеваемости взрослого населения ассоциируется с радиоактивными и редкоземельными элементами.

Так, в Иртышском районе отмечается повышенное содержание в антропогенных карбонатах редкоземельных элементов, тория и максимальная частота встречаемости заболеваниями органов пищеварения, костно-мышечной систем, врожденных аномалий, деформаций и хромосомных нарушений, новообразований, в случае с ураном и стронцием в накипи установлена обратная связь с уровнем онкологических заболеваний (рисунок 1,2).

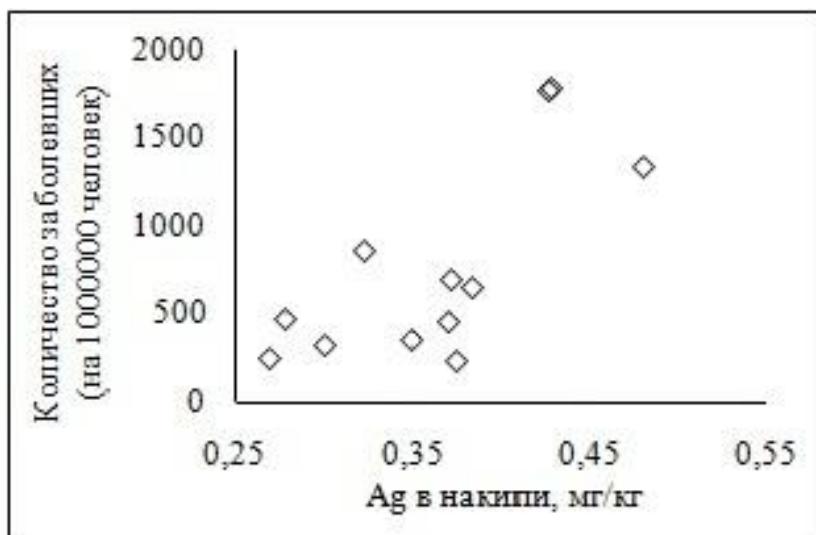


**Рис. 1.** Графики зависимости содержания суммы редкоземельных элементов, тория в карбонатных отложениях и частотой встречаемости болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани и органов пищеварения (r= 0,43, p<0,05) и соединительной ткани и органов пищеварения (r= 0,51, p<0,02)



**Рис. 2.** Графики зависимости между содержанием урана (r= 0,60, p<0,02), стронция (r= 0,76, p<0,05) в антропогенных карбонатах и частотой встречаемости новообразований

Установлена значимая связь между частотой заболеваемости взрослого населения и содержанием урана, tantalа, серебра в карбонатных отложениях, то есть элементами, определенные ранее, как геохимически специфичные для территории Павлодарской области (рисунок 3).



**Рис. 3.** График зависимости содержания серебра в карбонатных отложениях и частотой встречаемости эндокринных болезней, расстройство питания и обмена веществ ( $r= 0,73$ ,  $p<0,05$ )

Большинство химических элементов в антропогенных карбонатах связано с ранее изученными нозологическими типами заболеваемости.

**Обсуждение.** Геохимическая особенность Павлодарской области по данным изучения антропогенных карбонатов предопределила распространение различных типов заболеваемости. Установлено, что карбонатные отложения Иртышского района отличаются не только повышенным содержанием ряда ранее изученных химических элементов, но и высоким уровнем заболеваемости систем кровообращения, костно-мышечной и соединительной ткани, пищеварительной, врожденных аномалий, деформаций, хромосомных нарушений.

Установленные связи геохимического состава накипи с уровнем заболеваемости населения позволит спрогнозировать места распространения специфичных заболеваний определенных физиологических систем.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иванов А. В., Тафеева Е. А., Давлетова Н. Х. Современные представления о влиянии качества питьевой воды на состояние здоровья населения // Вода: Химия и экология. – 2012. – № 3. – С. 48-53.
- [2] Маслов Д. В., Нечухаева Е. М., Афанасьева-Григорьева С. И. Гигиеническая оценка качества централизованного питьевого водоснабжения в Приморском крае // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды. – М., 2005. – С. 174-179.
- [3] Рылова Н. В. Влияние минерального состава питьевой воды на состояние здоровья детей // Гигиена и санитария. – 2005. – №1. – С. 45-46.
- [4] Winde F., Erasmus E., Geipel G. Uranium contaminated drinking water linked to leukaemia—Revisiting a case study from South Africa taking alternative exposure pathways into account // Science of the Total Environment. – 2017. – № 574. – Р. 400–421.
- [5] Ревич Б. А., Авалиани С. Л., Тихонова Г. И. Окружающая среда и здоровье населения. Региональная экологическая политика. Проект пособия. – М.: ЦЭПР, 2003.– 149 с.
- [6] Морозова Е. В. Состояние здоровья детей дошкольного возраста в зависимости от качества питьевой воды (на примере г. Смоленска): автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.29. – М., 2008. – 27 с.
- [7] Ларикова Н. В., Бабошкина С. В., Лиходумова И.Н., Белецкая Н. П., Пузанов А.В., Кириллов В.В., Горбачев И.В. Генотоксикологическая оценка питьевой воды и некоторые показатели заболеваемости населения Северо-Казахстанской области // Экологическая генетика. – Том 4. –2012. – С. 40-49.
- [8] Шаповалов А. Е. Медико-географическая оценка влияния загрязнения питьевых подземных вод на здоровье населения (на примере Смоленской области): автореферат канд. геогр. наук: 25.00.36. – М., 2008 – с. 28.
- [9] Сулькина Ф. А. Системные связи качества питьевой воды и здоровья населения (на примере Республика Мордовия): автореф. дисс. ... канд биол. наук: 05.13.01. – Тула, 2005.– 28 с.

- [10] Лиходумова И. Н. Оценка экологического риска заболеваемости населения Северо-Казахстанской области: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16. – Барнаул, 2009.– с. 14.
- [11] Ахунджанов М. М. Заболеваемость злокачественными новообразованиями некоторых локализаций с особенностями распространения рака молочной железы в Павлодарской области и возможное влияние на них загрязнения окружающей среды токсическим и канцерогенными веществами: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Алматы, 2010. – 27 с.
- [12] Монголина Т. А. Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатор природно-техногенного состояния территории: автореф. дис. ... канд. геол.- мин. наук: 25.00.36. – Томск, 2011. – 21 с.
- [13] Соктоев Б. Р. Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона): автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук: 25.00.09. – Томск, 2015. – 22 с.
- [14] Соктоев Б. Р., Фархутдинов И. М. Геохимические особенности антропогенных карбонатов (на примере Республики Башкортостан) // IX Сибирская конференция молодых ученых по наукам о Земле. – 2018. – С. 579 – 581.
- [15] Soktoev B. R., Rikhvanov L. P., Baranovskaya N.V., Arynova S.Z. Geochemical features of limescale as an indicator of drinking water quality and factor of influence on public health // Geo2015: Book of Abstracts of the 6th International Conference on Medical Geology. – Aveiro: UA Editora, 2015. – P. 108.

Арынова Ш.Ж., Рихванов Л.П., Корогод Н.П.

**Павлодар облысының антропогендік карбонаттарын зерттеу негізінде аурудың таралуының геоэкологиялық аспекттері**

**Тұйинде.** Мақалада геохимиялық құрамындағы антропогендік карбонатты түзілімдердің нозологиялық түрлерімен байланысты аурулар көлтірілген. Облыстың солтүстік бөлігіндегі антропогендік карбонаттарды химиялық элементтердің жоғарылау зерттелген ауру түрлерінің жоғары деңгейімен байланысты бірлеседі. Оңтүстік – шығыс бөлігінің көбігі химиялық элементтердің минималды құрамымен және аурудың төмен деңгейімен айырмашылығын табады. Аурудың көптеген түрлері карбонатты шөгінділерде сирек кездесетін элементтердің көп кездесетінінен байланысты болады.

**Тұйин сөздер:** антропогендік карбонаттар, ауру, Павлодар облысы, су.

Aryanova Sh., Rikhvanov L., Korogod N.

**Relationships of the chemical composition of anthropogenic carbonates and human health**

**Summary.** The article presents data on the relationship of the geochemical composition of anthropogenic carbonate formations with nosological types of morbidity. The increased content of chemical elements in anthropogenic carbonates of the northern part of the region is associated with a high frequency of occurrence of the studied types of morbidity. The scum of the southeastern part is characterized by a minimum content of chemical elements and a low incidence. Most types of morbidity are associated with a high content of rare-earth elements in carbonate deposits.

**Key words:** anthropogenic carbonates, morbidity, Pavlodar region, drinking water.

UDC 622.7-17.54

**Zh.E. Daribaev<sup>1</sup>, N.G. Daribaeva<sup>2</sup>, A.N. Kutzhanova<sup>1</sup>, A.S. Syrgabaeva<sup>1</sup>**  
(Almaty Technological University<sup>1</sup>, Caspian University<sup>2</sup>, Almaty, Kazakhstan)  
Kazhybayeva@inbox.ru

**ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF THE  
KENTAU-TURKESTAN REGION**

**Abstract.** In this article are provided dismissed and about estimates of environmental pollution by industrial wastes in the Kentau-Turkestan region. For determination of scales of environmental pollution dust of tails of enrichment and the lead which is contained in them, and also ashes of combined heat and power plant revealed their dispersion in the atmosphere taking into account influence of meteorological characteristics of the Kentau-Turkestan region. On the basis of these settlement data isolines of borders dispersion of dust of enrichment tails of polymetallic ores, ashes of combined heat and power plant and lead are built.

**Key words:** ashes of combined heat and power plant, enrichment tails, heavy metals, maximum-permissible concentration, sanitary protection zone, value of stratification of the atmosphere, wind rose.

ОӘЖ 622.7-17.54

Ж.Е. Дәрібаев<sup>1</sup>, Н.Г. Дарибаева<sup>2</sup>, А.Н. Құтжанова<sup>1</sup>, Ә.С. Сыргабаева<sup>1</sup>  
(Алматы Технологиялық университеті<sup>1</sup>, Каспий университеті<sup>2</sup>, Алматы, Қазақстан)  
Kazhybayeva@inbox.ru

## КЕНТАУ-ТҮРКІСТАН АЙМАҒЫНЫң ҚОРШАГАН ОРТАҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Қазіргі кезде Кентау қаласының өзінде майда дисперсті болып келетін ЖЭО күлі мен кен байыту қалдығы 178 млн. т.-дан асады. Кентау ЖЭО-5 күлі мен полиметалл рудасының байыту қалдықтарының құрамындағы химиялық қосылыстар мен улы ауыр металдар жел арқылы ұшып, атмосфералық ауага көтерілу кезінде қоршаган табиги орта мен адам денсаулығына қайта қалпына келуі қын залалы мен зардабын шектіреді. Кентау қаласы мен осы қалаға жақын аймақтар бойынша топыраққа жасалған талдау мәліметтері бүгінгі күні топырақтағы қорғасын мөлшерінің 221-3670 мг/кг шамасында екендігін көрсетті.

Жылу электр станцияларының күл-шлак қалдықтары – көмірдің қатты жану өнімдері болып табылады. Көмір отынының 85-95 %-ы минералды бөлігі сазды минералдардан, аргиллиттерден, алевролиттерден, қалған 5-15 % - темір, кальций және микроэлементтерден тұрады. Күл-шлак қалдықтары ұсақ түйіршікті материал болып табылады да, онда түйіршіктердің 30 %-ға жуығы 1-ден 5 мм-ге дейін болады [1, 2]. Көмірдің минералологиялық құрамы, отынды жағуға дайындау, жағу технологиясы, тұтін газдарын күлден тазарту жүйесі және оны күл үйінділеріне тасымалдау тәсілімен анықталады (1-сурет) [3].

Егер топырақтағы қорғасын концентрациясының мөлшері кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасынан Түркістан қаласына қарай 80 км қашықтықта 140 мг/кг екендігін көрсетсе, бұл көрсеткіш ластау көзінен 5 мың км қашықтықта 3065 мг/кг-ға дейін көбейеді де, ал рұқсат етілген шамасына қарай топырақта қорғасын мөлшерінің 32 мг/кг болуы, ШРК-дан 7-114 есе асатындығына көз жеткізеді. Кентау қаласындағы күл сақтау және кен байыту қалдықтарын сақтау қоймаларының беткі диаметрлері, сәйкесінше 340 м мен 200 м-ді құрап, нәтижесінде 400 га-дан астам жерді алып жатыр. Ол СН 245-71 санитарлық класификациясына сәйкес, күл сақтау және кен байыту қалдықтарын сақтау қоймаларының санитарлық сақтау белдемінің 1000 м 1-қауіптілік класына жататындығын білдіреді.



1-сурет. Кентау Жылу Электр Орталығы

ЖЭО күлі мен кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасының шаңы мен ондағы қорғасынмен қоршаган ортаның ластану масштабын анықтау үшін, төменде келтірілген 1-кестедегі жергілікті жердің метеорологиялық сипаты бойынша атмосфераада сейілудің анықтау қажет болады.

1-кесте. Жергілікті жердің метеорологиялық сипаты

Аталуы		Шамалары
<b>Атмосфераның стратификация мәні, А</b>		200
Жергілікті рельеф коэффициенті, η		1
Жылдың негұрлым ыстық айындағы ауаның орташа температурасы, $^{\circ}\text{C}$ (шілде)		
Жылдың негұрлым сүйкі айындағы ауаның орташа температурасы, $^{\circ}\text{C}$ (кантар)		28,3
		-5,6
<b>Жел розасы</b>		Шілде
Солтүстік	Қаңтар	12
Солтүстік-шығыс	5	26
Шығыс	11	15
Оңтүстік-шығыс	32	4
Оңтүстік	14	2
Оңтүстік-батыс	4	4
Батыс	6	12
Солтүстік-батыс	11	25
Штиль	17	11
	26	
Жел жылдамдығы (орташа көлжылдық мәліметтер бойынша) және қайталануы 5 %-дан аспайды, м/с		
Ауаның орташа температурасы, $^{\circ}\text{C}$		

\*РНД 211. 2.01-97

Атмосфералық ауаның жерге жақын қабатының ластануының қауіптілік дәрежесі – жел жылдамдығының қауіпті мәніне ( $U_m$ ) жететін қолайсыз метеорологиялық жағдайларда, шығарынды орнынан бірнеше қашықтықта қойылатын зиянды заттардың жерге жақын концентрациясы шамасымен анықталады ( $C_m$ ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ) [4].

Желді күні ауага көтерілетін күл мен кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасының ең жоғары жерге жақын концентрация шамасы ластиау көзінен  $X_m$  қашықтықта мынадай формула бойынша анықталады (1):

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot \xi \cdot n \cdot \eta}{H^{\frac{4}{3}}} \cdot K^4 \quad (1)$$

мұндағы, A – бұл коэффициент Қазақстан үшін 200-ге тең;

M – атмосфераға шығарылған зиянды заттың мөлшері, г/с;

ξ - атмосфералық ауада зиянды заттардың шөгу жылдамдығын ескеретін өлшемсіз коэффициент;

n – жел жылдамдықтары негізінде анықталатын  $U_m$  параметрі шамасына тәуелді өлшемсіз коэффициент.

$$U_m = 1,3 \cdot \omega_0 \cdot \frac{D}{H}, \quad (2)$$

Мұндағы D – ластиау көзінің диаметрі, м;

$\omega_0$  – шығарынды көзінен газ-шаң қоспасының көтеріліуінің орташа жылдамдығы, м/с.

$$U_{m, \text{ к.б.к.}} = 1,3 \cdot 3,65 \cdot \frac{680}{21} = 154$$

$$U_{m, \text{ к.}} = 1,3 \cdot 3,65 \cdot \frac{400}{3} = 633$$

$$U_m > 2, \quad n = 1$$

H – жер үсті деңгейінен шығарынды көзінің биіктігі, м;

K – шамасы,  $\text{с}/\text{м}^2$  келесі формуламен анықталады:

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{7,1} \cdot \sqrt{\omega_0} V, \quad (3)$$

$V$  – газ-шаң қоспаларының көлемі, м<sup>3</sup>/с келесі формуламен анықталады:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (4)$$

$$V_{\text{к.б.к.}} = \frac{3,14 \cdot 680^2}{4} \cdot 3,65 = 1325 \text{ мын.м}^3$$

$$V_k = \frac{3,14 \cdot 400^2}{4} \cdot 3,65 = 458,44 \text{ мын.м}^3$$

Сонда (3) формула бойынша келесі мәндер анықталды:

$$K_{\text{к.б.к.}} = \frac{680}{8 \cdot 1325000} = 0,000064$$

$$K_k = \frac{400}{8 \cdot 458440} = 0,00011$$

Эксперименттік мәліметтер бойынша жел жылдамдығы 10 м/с болған кезде, Кентау-Түркістан аймағында жылына 10-15 күн аралығында кен байыту шығарындылары уақытқа қарай 176 т/сағ (48 889 сағ/с), ал ЖЭО күлі -285 т/сағ (79 167 сағ/с) өзгеріп отырады.

Бұл кезде атмосфералық ауда кен байыту қалдығының жоғары концентрация компоненттері – Pb, Zn және шаң (1) формула бойынша тәмендегі мәндерді көрсетті:

$$C_M^{pb} = \frac{200 \cdot 132 \cdot 3 \cdot 1}{21 \frac{4}{s}} \cdot 0,000064 = 0,0874 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_M^{zn} = \frac{200 \cdot 200,44 \cdot 3 \cdot 1}{21 \frac{4}{s}} \cdot 0,000064 = 0,1330 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_M^{\text{к.б.к.шаны}} = \frac{200 \cdot 48889 \cdot 3 \cdot 1}{21 \frac{4}{s}} \cdot 0,000064 = 32,37 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_M^{\text{к.шаны}} = \frac{200 \cdot 79167 \cdot 3 \cdot 1}{3} \cdot 0,00011 = 1741,67 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Күл мен қалдық сақтау қоймаларының шандарының компоненттері қоршаған орта үшін зияндылығы жоғары концентрация болып табылатын кен байыту қалдығын сақтау қоймасынан нүктеге дейінгі ара қашықтығы тәмендегі формула (5) бойынша анықтайды:

$$X_M = \frac{5-E}{4} \cdot d \cdot H, \quad (5)$$

Мұндағы  $d$  өлшемсіз коэффициент түрінде  $U_m > 2$  болғанда келесі формуламен (6) анықталады:

$$d^n = 16,1 \cdot \sqrt{U_m}, \quad (6)$$

$$\text{Сонда } d_{\text{к.б.к.}} = 16,1 \cdot \sqrt{154} = 200$$

$$d^k = 16,1 \cdot \sqrt{633} = 405$$

(6) формула бойынша анықталған  $d$  мәнін (5) формулаға қойып есептеледі:

$$X_{M \text{ к.б.к.}} = \frac{5-3}{4} \cdot 200 \cdot 21 = 2100 \text{ м}$$

$$X_{M \text{ к.}} = \frac{5-3}{4} \cdot 405 \cdot 3 = 607,5 \text{ м}$$

ШРК мәніне дейін тәмендейтін зиянды заттардың концентрациясы  $X$  қашықтықтан күл мен кен байыту қалдығының сейілу шекарасын анықтау кезінде, алдымен атмосфералық ауда зиянды заттардың жерге жақын концентрациясының маңызды орны бар желдің қауіпті жылдамдығы шамасы ( $U_m$ , м/с) параметріне тәуелді анықталды:

$$U_m > 2 \text{ болғанда } U_{M \text{ к.б.к.}} = 2,2 \cdot 154 = 339,$$

$$U_{M \text{ к.}} = 2,2 \cdot 633 = 1392,6$$

Кен байыту қалдығын құрайтын зиянды жоғары жерге жақын концентрация шамасы желдің қауіпті жылдамдығы кезінде  $C_{Mi}$ ,  $\frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$ , желдің орташа жылдамдығы  $U$ ,  $\frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$  көрсеткішін есепке ала отырып, желдің қауіпті жылдамдығына байданысты ( $U_m$ ) келесі формула бойынша ерекшеленеді:

$$C_{Mi} = r \cdot C_M, \quad (7)$$

$$\text{Мұндағы } r, \frac{U}{U_m} \text{ қатынасына тәуелді анықталынатын өлшемсіз шама, яғни } \frac{U \text{ к.б.к.}}{U_m} = \frac{3,65}{339} = 0,011 \\ \text{және } \frac{U \text{ к.}}{U_m} = \frac{3,65}{1392,6} = 0,003 \text{ болғанда, } r \text{ к.б.к.} = 0,67 \cdot \left(\frac{U}{U_m}\right) + 1,67 \cdot \left(\frac{U}{U_m}\right)^2 - 1,34 \cdot \left(\frac{U}{U_m}\right)^3 = 0,0076$$

$$r \text{ к.} = 0,67 \cdot 0,03 + 1,67 \cdot (0,003)^2 - 1,34 \cdot (0,03)^3 = 0,002$$

$$C_{Mi}^{pb} = 0,0076 \cdot 0,0874 = 0,0007 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_{Mi}^{Zn} = 0,0076 \cdot 0,0133 = 0,001 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_{Mi}^{K \text{ б.к.}} = 0,0076 \cdot 32,37 = 0,246 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_{Mi}^{Zn} = 0,002 \cdot 1741,67 = 3,48 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Зиянды заттардың  $C_{Mi}$ -га дейін жоғары концентрацияға жететін ластау көзінен қашықтығы  $X_{Mi}$  келесі формуламен анықтады:

$$X_{Mi} = p X_M, \quad (8)$$

Мұндағы,  $p - \frac{U}{U_m} \leq 0,25$  болғанда,  $3 -$  ке тең өлшемсіз шама, сонда (8) формула бойынша:

$$X_{Mi}^{\text{к.б.к.}} = 3 \cdot 2100 = 6300 \text{ м},$$

$$X_{Mi}^{\text{к.}} = 3 \cdot 607,5 = 1322,5 \text{ м-ге тең болды.}$$

ШРК мәнінен аспайтын зиянды заттардың жерге жақын концентрациялары кен байыту қалдықтарын сақтау қоймасы мен күл сақтау қоймасынан  $X$ , м қашықтығы мынадай формуламен (9) анықталады:

$$C = S_1 \cdot C_M, \quad (9)$$

Мұндағы  $S_1 = \frac{X}{X_M}$  қатынасына тәуелді анықталатын өлшемсіз шама болып табылады. Зиянды заттың қарастыратын жерге жақын концентрация ШРК шамасына  $C_1, \frac{M^2}{M^3}$  –ді осы заттың жергілікті орташа жел жылдамдығын ( $C_{mi}, \frac{M^2}{M^3}$ ) есепке ала отырып, келесі формула (10) түрлендіріледі:

$$ШРК = S_1 \cdot C_{mi}, \quad (10)$$

$$S_1 = \frac{ШРК}{C_{mi}}, \quad (11)$$

$S_1$  мен  $\frac{X}{X_M}$  қатынасын анықтай отырып, олардың а шамасына сәйкес мәні табылады:

$\frac{X}{X_M} = a$  тендігінен  $X = a \cdot X_M$  шығады, сондықтан біздің жағдайда келесідей (11) формула бойынша мәндер табылды:

$$S_{1^{K,b,k}} = \frac{ШРК^{K,b,k}}{C_{mi}^{K,b,k}} = \frac{0,15}{0,246} = 0,61$$

$$S_{1^K} = \frac{ШРК^K}{C_{mi}^K} = \frac{0,15}{3,48} = 0,043$$

$$S_{1^{pb}} = \frac{ШРК^{pb}}{C_{mi}^{pb}} = \frac{0,0003}{0,0007} = 0,43$$

Табылған мәндерді сәйкесінше:

$a_{K,b,k} = 4,1; a_K = 11,0$  және  $a_{pb} = 3,8$  қоя отырып,  $X$  қашықтығы анықталды:

$$X^{K,b,k} = a_{K,b,k} \cdot X_M^{K,b,k} = 4,1 \cdot 2100 = 8610 \text{ м}$$

$$X^K = a_K \cdot X_M^K = 11 \cdot 607,5 = 6683 \text{ м}$$

$$X^{pb} = a_{pb} \cdot X_M^{pb} = 3,8 \cdot 2100 = 7890 \text{ м}$$

Санитарлық алшақтық -  $l, \text{м}$  жергілікті жердің жел розасына тәуелді бағытталған есептік нақтыланған  $X$  қашықтығына сәйкес, келесі формуламен анықталады:

$$l = \frac{X \cdot p}{P_0}, \quad (12)$$

мұндағы,  $P$  – есептік бағыт бойынша желдің қайталану көрсеткіші, %;

$P_0$  – жел розасының айналуы кезіндегі желдің қайталану көрсеткіші, %.

Жергілікті жердің жел розасын қаперге ала отырып, ШРК шамасынан аспайтын қалдықтардың шаң, қорғасын концентрацияларын ластау көзінен  $X, \text{ м}$  сәйкесінше  $l, \text{м}$  санитарлық алшақтық анықталады:

$$l_c^{K,b,k} = \frac{8610 \cdot 12}{12,5} = 8266 \text{ м}$$

$$l_c^{pb} = \frac{7890 \cdot 12}{12,5} = 7661 \text{ м}$$

$$l_{cш}^{K,b,k} = \frac{8610 \cdot 2,6}{12,5} = 17909 \text{ м}$$

$$l_{\text{сш}}^{pb} = \frac{7980 \cdot 26}{12,5} = 16598 \text{ м}$$

$$l_{\text{об}}^{\text{к.б.к}} = \frac{8610 \cdot 25}{12,5} = 17220 \text{ м}$$

$$l_{\text{об}}^{pb} = \frac{7980 \cdot 25}{12,5} = 15960 \text{ м}$$

$$l_{\text{ш}}^{\text{к.б.к}} = \frac{8610 \cdot 15}{12,5} = 10332 \text{ м}$$

$$l_{\text{ш}}^{pb} = \frac{7980 \cdot 15}{12,5} = 9576 \text{ м}$$

Кен байыту қалдығының сейілу шекарасы ШРКс деңгейіне дейін жел бағытына тәуелді келесі аралықтардан аспайды:

$$l_{\text{o}}^{\text{к.б.к}} = \frac{8610 \cdot 2}{12,5} = 1378 \text{ м}$$

$$l_{\text{o}}^{pb} = \frac{7980 \cdot 2}{12,5} = 1277 \text{ м}$$

$$l_{\text{овш}}^{\text{к.б.к}} = \frac{8610 \cdot 4}{12,5} = 2755 \text{ м}$$

$$l_{\text{овш}}^{pb} = \frac{7980 \cdot 4}{12,5} = 2554 \text{ м}$$

$$l_{\text{б}}^{\text{к.б.к}} = \frac{8610 \cdot 12}{12,5} = 8266 \text{ м}$$

$$l_{\text{б}}^{pb} = \frac{7980 \cdot 12}{12,5} = 7661 \text{ м}$$

$$l_{\text{об}}^{\text{к.б.к}} = \frac{8610 \cdot 4}{12,5} = 2755 \text{ м}$$

$$l_{\text{об}}^{pb} = \frac{7980 \cdot 4}{12,5} = 2554 \text{ м}$$

Күл шаңының сейілу шекарасы ШРКс деңгейіне дейін жел бағытына тәуелді түрде мынадай аралықтардан аспайды:

$$l_c^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 12}{12,5} = 6416 \text{ м}$$

$$l_{\text{o}}^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 2}{12,5} = 1069 \text{ м}$$

$$l_{\text{сш}}^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 26}{12,5} = 13901 \text{ м}$$

$$l_{\text{ш}}^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 4}{12,5} = 2139 \text{ м}$$

$$l_{\text{об}}^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 25}{12,5} = 13366 \text{ м}$$

$$l_{\text{б}}^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 12}{12,5} = 6416 \text{ м}$$

$$l_{\text{ш}}^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 15}{12,5} = 8020 \text{ м}$$

$$l_{\text{об}}^{\text{k}} = \frac{6683 \cdot 4}{12,5} = 2139 \text{ м}$$

Осы есептеу мәліметтеріне сүйене отырып, ЖЭО күлі мен қорғасын және полиметалл рудасының кен байыту қалдығы шаңының сейілу шекарасының изосызықтары тұрғызылды. Кентау қаласының орталығынан бастап, жергілікті жердің солтүстік бөлігіне қарай қаланың жарты территориясын ШРК мәніне дейін қорғасынның сейілу шекарасы қамтиды да, ал кен байыту және күл

шандар құрамындағы қорғасынның сейілуіне қарағанда біршама ерекшеленеді. Кентау-Түркістан аймактары үшін жел розасының бағытына тәуелді кен байыту және күл шаңдарының орташа жылдық концентрациясы ШРК мәнінен асып, Кентау қаласының жартысынан астам территориясын, ал Қантағы мен Байылдыр елді-мекендерін толығымен алып жатыр [5].

Кен байыту қалдығы мен ЖЭО күлінің қорғасыны мен шаңының концентрациялық сзықтары қорғасынның жиынтық концентрацияларының, сол сияқты полиметалл кен байыту қалдықтары мен ЖЭО күлінің, олардың кен байыту қалдық сақтау қоймасы мен күл сақтау қоймасының арасын қосатын сзық бойындағы екі қарама-қарсы бағыттағы желдену кезіндегі есептеу мәліметтеріне сәйкес түргышылды.

Мұндай жағдайда зиянды заттардың концентрацияларының таралуы жел бағытына тікелей байланысты болып келеді. Кентау қаласына тән метеорологиялық жағдайға байланысты қорғасын изосызығы Кентау қаласы мен Қарнақ елді-мекені арқылы өтеді де, ал Қантағы елді-мекені қорғасынның әсері бойынша жоғары концентрация саналатын аймақта қалып қояды. Сондықтан Кентау қаласына қарасты Қантағы, Байылдыр және Қарнақ елді мекендері күл мен байыту қалдықтары шаңдарының ШРК шамасынан жоғары мәндеріне жететін экологиялық дағдарыс алдындағы аймаққа жатады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Бочаров, В. Л. Геоэкологические аспекты прогноза изменения окружающей среды в районах полигонов захоронения золошлаковых отходов теплоэлектростанций / В. Л. Бочаров, П. Н. Крамарев, Л. Н. Строганова // Вестник Воронежского университета. Геология. - 2005. - № 1. - С. 233-240.
- [2] Глущенко Н.Н., Ольховская И.П. Экологическая безопасность энергетики. Свойства частиц летучей золы ТЭС, работающих на угле // Изв. РАН. Энергетика. 2014. № 1. С. 20-27.
- [3] Крылов Д.А. Негативное воздействие микроэлементов, содержащихся в углях, в золошлаковых отвалах и в золе-уносе угольных ТЭС, на окружающую среду и здоровье людей: Препринт НИЦ «Курчатского института». М., 2012. 37 с.
- [4] Общесоюзный нормативный документ (ОНД-86). – М.: Госкомгидромет, 1986. – 90 с.
- [5] Шаприцкий В.Н. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы // Справочник. – М., Изд-во «Металлургия», 1990. – С. 38-58.

Дарибаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Кутжанова А.Н., Сыргабаева Ә.С.

#### Оценка воздействия окружающей среды кентау-туркестанского региона

**Резюме.** В этой статье приведены экспериментальные данные оценки загрязнения окружающей среды промышленными отходами в Кентау-Туркестанском регионе. Для определения масштабов загрязнения окружающей среды пылью хвостов обогащения и содержащимся в них свинцом, а также золой ТЭЦ выявлено их рассеивание в атмосфере с учетом влияния метеорологических характеристик Кентау-Туркестанского региона. На основании этих расчетных данных построены изолинии границ рассеивания пыли хвостов обогащения полиметаллических руд, золы ТЭЦ и свинца.

**Ключевые слова:** зола ТЭЦ, хвосты обогащения, тяжелые металлы, предельно-допустимая концентрация, санитарно-защитная зона, значение стратификации атмосферы, роза ветров.

UDC 622.7

**Zh.E. Daribaev<sup>1</sup>, N.G. Daribaeva<sup>2</sup>, A.N. Kutzhanova<sup>1</sup>, A.S. Syrgabaeva<sup>1</sup>**  
(Almaty Technological University<sup>1</sup>, Caspian University<sup>2</sup>, Almaty, Kazakhstan)  
[Kazhybayeva@inbox.ru](mailto:Kazhybayeva@inbox.ru)

#### ASSESSMENT OF THE IMPACT ON HUMAN HEALTH OF THE ASH OF THE KENTAU CHPP

**Abstract.** In this article are provided the information that the indicator of respiratory morbidity in the period 2011-2016 due to the negative impact of ash from the Kentau thermal power plant on the environment, climatic conditions of Kentau, meteorological conditions of the area and environmental pollution shows an unusual value of the indicator of safe disease among the population under normal conditions.

This is due to the fact that the ash of a thermal power plant in the immediate vicinity of dust in the form of dust affects the respiratory organs of people with diseases: pneumonia, bronchitis, asthma, silicosis, and others.

**Key words:** ashes of combined heat and power plant, climate conditions, respiratory diseases, silicosis, pneumonia, bronchial asthma, emission, silica

Ж.Е. Дәрібаев<sup>1</sup>, Н.Г. Дарибаева<sup>2</sup>, А.Н. Құтжанова<sup>1</sup>, Ә.С. Сыргабаева<sup>1</sup>

(Алматы Технологиялық университеті<sup>1</sup>, Каспий университеті<sup>2</sup>, Алматы, Қазақстан)

Kazhybayeva@inbox.ru

## КЕНТАУ ЖЭО КҮЛІНІҢ АДАМ ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

**Андатпа.** Бұл мақалада Кентау қаласындағы ЖЭО күлінің коршаған табиги ортага көрі әсері, Кентау қаласының климаттық жағдайы, жергілікті жердің метеорологиялық жағдайы мен қоршаған табиги ортаның ластануы себепті 2011-2016 ж.ж. аралығындағы тыныс ауру көрсеткішінің халық арасында қалыпты жағдайда қауіпсіз ауру көрсеткішіне тән емес мәнді көрсетендігі туралы мәліметтер көлтірлген.

Бұл мақалада ЖЭО күлінің жақын маңайдағы аудандарға шаң түрінде ұшы салдарынан, адамдардың тыныс алу органдарын: пневмония, бронхитті астма, силикоз және т.б. ауруларымен заарлы әсер ететіндігімен түсіндіріледі.

**Кілтті сөздер.** ЖЭО күлі, қаланың климаттық жағдайы, тыныс алу аурулары, силикоз, пневмония, бронхитті астма, эмиссия, кремнезем.

Негізінен жылдың жүйесіне жататын жылу электр станциясы атмосфералық ауаны ластайтын негізгі көздердің біріне жатады да, ЖЭО тұрғын ауданды жылдың маңатында негізгі шикізат пен отын ретінде көмірді жағу кезінде одан өте көп мөлшерде эмиссиялар, яғни агрегаттық күйіне қарай бөлінетін қатты түрдегі заттар мен газ тәріздес заттар түзіліп, олар атмосфералық ауаға мынадай зиянды заттар түрінде шығарылады:

- күйе, күл мен толық жанып бітпеген көмір ұнтақтары (кокс) шығарылса;
- күкірт тотығы түріндегі газ тәріздес эмиссиялар –  $\text{SO}_2$ , азот тотығы  $\text{NO}$ , азоттың қос тотығы –  $\text{NO}_2$  және көміртегі тотықтары –  $\text{CO}$  және  $\text{CO}_2$ .

Айта кететін жайт, ЖЭО-нан тек жогарыда аталған зиянды заттарға емес, отынды жағу кезінде құлмен бірге қоршаған ортага канцерогенді зиянды әсер ететін мышьяк және аз мөлшерде кальций, магний және темір қосылыстары да шығарылады.

Көмірді жағу кезінде пайда болатын құлдің негізгі құрамы алюмоシリкаттардан тұрады. Ал, құлдің құрамындағы  $\text{SiO}_2$  - 15-20 % болған кезде адамдардың арасында силикоз ауруы көбейіп, ол тыныс алу органдарына, соның ішінде өкпеге өте зиянды әсер ететіндігі жөнінде медициналық тұрғыдан дәлелденген [12, 48 б].

Ресми түрдегі медициналық анықтамада силикоз дегеніміз – өкпенің кәсіби ауруына жататын кремнидің қос тотығын жұту салдарынан туындастын өкпе ауруы. Кварц түрінде немесе оның тотығы мен өзге де негізгі кристалды түрлері, мәселен, кристобалит және тридимит түріндегі формалары, сонымен бірге олардың және силикаттардың арасындағы айырмашылықты жүргізу үшін "еркін кремнидің қос тотығы" деп аталатын құмтас, гранит және сланец сияқты түрлі жартасты құрылымдардағы кремний тотығы мөлшерінің 20-дан 100 %-га дейін ауытқуы қоршаған ортага әсерді бағалауды қажет ететін антропогендік факторға жатады [13, 7 б].

Силикоз ауруының медициналық тұрғыдан алынған мәліметтері бойынша өткен жүзжылдықтың басында силикоз кеселі аурушаңдық пен өлім-жітімнің негізгі көрсеткіші болған. Қазіргі заманғы қызмет түрлеріне қарай, кремний тотығын көп шығаратын ластау көзіне жақын жұмыс істейтін жұмысшылар әлі күнге дейін кремний шаңының әсеріне ұшырайды. Егер жана жұмыс орнында технологиялық шаңды басу механизмдерімен тиісті қамтамасыз етілмеген кезде, олар механикаландырылмаган жүйелер жағдайында жұмыс істеу кезінде шаңының денгейлері мен бөлшектерінің әсеріне тікелей ұшырауы әбден мүмкін. Сондай-ақ, жер қыртысы бұзылған және құрамында кремний тотықтары бар тау жыныстары мен құм қолданылатын немесе өндөлетін жерлерде жұмысшылардың респираторлық жүйесі үшін өте үлкен қауіп көзі бар деп есептелінеді. Сонымен бірге бұрын-соңды аса қауіпті деп саналмаган кей өндірістер мен жұмыс ортасынан шағымдар көбейіп, ол кремний шаңдарының іс жүзінде барлық жерде таралуын және оның адам денсаулығы үшін қауіптілігін көрсетеді. Бірақ бұл шынтуайтқа келгенде, инкубациялық кезең мен ағза жүйемінің бұзылуының созылмалы сипаты салдарынан силикоздың әсер етуі тоқтатылғаннан кейін де оның даму жағдайы мен ағымын қоса алғанда, қазіргі кездегі әсерге ұшырайтын кейір жұмысшыларда ауру біраз уақытқа дейін байқалмауы мүмкін. Бүкіл әлем бойынша қөптеген елдерде ЖЭО өндірісінен шығарылатын кремний шаңдарының адам ағзасына әсер етуінің негізгі қаупі туындалап, тіпті кей елдерде силикоздың эпидемиясы әлі де дамыған елдерде де кездесіп жатыр.

Медициналық түрғыдан алғанда силикоздың созылмалы, үдемелі және өткір формалары адамдар арасында жиі кездеседі. Дегенмен, аурудың клиникалық, сондай-ақ патологиялық белгілері түрлі әсер етудің қарқындылығы мен инкубациялық кезеңнің ұзақтығын және даму жағдайын көрсетеді. Әдетте кварцы бар жұтылатын шаннан бірнеше ондаған жылдан кейін созылмалы немесе классикалық формалы ауру пайда болып, нәтижесінде үдемелі жаппай фиброз (ҰЖФ) дамуы мүмкін. Бұл аурудың формасы аз ұзақ және қарқынды әсерден кейін де пайда бола береді және оның ең қауіптісі дамуы бойынша өте жылдам жүреді. Силикоз ауруы адамның кремний шаңдарының жоғары мөлшерімен тыныс алуы барысында қысқа мерзімді қарқынды әсерінен кейін пайда болады және жылдармен салыстырғанда айлармен өлшешетін кезеңдер өткеннен кейін көрінеді.

Классикалық немесе созылмалы силикоз ауруы асимптоматикалық не байқаусыз немесе елеусіз түрдегі үдемелі ентігу мен жөтелге әкелуі мүмкін. Рентгенограммалық көрсеткіштер бойынша, ол 10 мм-ден аз дөңгелек қарангы түріндегі, жоғарғы бөліктердегі аномалиялар арқылы ұсынылған және нәтижесінде 15 жыл немесе одан да көп жылдар өткеннен кейін ауру байқала бастайды [2]. Бұл созылмалы форманың патологиялық белгісі ретінде жасушасыз орталық аймағы концентрикалық орналасқан, ширатылған коллаген талшықтары, ретикулинді талшықтары бар клеткалық дәнекер ұлпасымен қоршалған силикоздық түйіннің пайда болатындығын көрсетеді [3].

Медициналық зерттеуші мамандардың айтуынша, созылмалы силикоз құрамында кремниі бар шанды тоқтатқаннан кейін де күрделі силикоз ауруына әкеліп соқтыруы мүмкін [4].

Силикоздың прогрессивті жаппай фиброз (ПЖФ) түрі кезінде ағзада ентігудің күшіне түседі. Егер аурудың бұл түрі үшін қеуде қуысын рентгенограмма жасау барысында рентген суретінде байқалатын 1 см-ден үлкен түйінді дақтардың пайда болуы және көміртегі тотығы диффузиясының әлсіреу қабілетінің артуы және оттегінің жеткіліксіздігі мен спирометрия немесе өкпе көлемін өлшеу кезіндегі елеулі шектеулер орын алуы байқалса, оада одан әрі бронхэкстазия кезінде байқалатын қайталанатын бактериялық инфекция туындауы мүмкін. Салмақты жоғалту және дақтардың ірі білінүү кавитациясы туберкулезге немесе басқа микобактериалды инфекцияның болу құдігін арттырады. Фиброзды өкпе қындығына қарай пневмоторакстің қауіпті асқынуы орын алуы себепті, өкпе мен жүректің соғысы тыныс алу органдарының гипоксемиялық істен шығуына алып келеді.

Силикоздың жедел түрі әсер ету ұзақтығы неғұрлым қарқынды, бірақ біраз жылдан кейін (5-10 жыл) пайда болуы мүмкін, ол симптомдары бойынша рентгенография деректері мен физиологиялық параметрлеріне сәйкес, оның созылмалы формасына ұқсас екендігі байқалған. Мұнда өкпе жұмысының нашарлауы жылдамырақ жүреді де, үдемелі ауруы бар жұмысшылардың басым бөлігінде микобактериалды инфекция дамуы жүреді. Сонымен бірге жиі үдемелі силикоз кезінде склеродермия немесе жүйелік склерозды болжайтын аутоиммунды ауру түрі көп байқалады. Рентген нәтижелері адам бойында ауытқулардың болуы мен функционалдық бұзылулардың өте жылдам болуы мүмкіндігін және силикоздың бұл түрінің аутоиммундық аурумен бірге жүретіндігін көрсетеді [5].

Бұдан өзге жылу электр орталығы құлінің ішінде радиоактивті элементтер кездеседі. Бұл қалдықтың радиоактивті дәрежесі шамамен табиғи радиоактивті фонның 1 %-ын құрайды. Онымен қоса, электр станцияларында отынды жағу кезінде 20-25 кг көміртек тотығында 150-250 кг аэрозольдер мен қүйелер түзіледі. Мұнда қүйе көміртекті заттардың толық емес жануы себебінен қатты бөлшек түрінде ірілігі 0,04-05 мкм-ге дейін пайда болады. Ал, СО мен CO<sub>2</sub> отынның жануы барысында түзілетін атмосфералық ауаны интенсивті түрде ластаушы эмиссияға жатқызылады.

Урбанизацияга байланысты қалалы аймактарда CO<sub>2</sub> 0,05 %-дан аса мөлшерде жинақталған және ол бүкіл дүние жүзін аландатып отырған "қызу әсері" атымен таныс. Сонымен қатар CO<sub>2</sub> газы тыныс алу орталығын физиологиялық түрғыда қоздырыштардың қатарына жатқызылады және оның қандағы парциальды қысымы қышқылды-сілтілі тепе-тендікті реттеп отырушы рөлін атқарады. Көміртегі тотығы адам ағзасында натрий карбонаты түрінде қанның эритроциттері мен плазмасында орналасады. Көп мөлшерде көміртегі тотығы ағзага тыныс алу органын ауруға шалдықтырғанда, қандағы тотығу-тотықсыздану құбылысын бұлдіреді. Ауада қаншалықты CO мөлшері көп болған сайын, ағза оны соғұрлым көп мөлшерде қабылдайды. Қандағы CO мөлшерінің көбеюі ұлпалардағы оттегі мөлшерінің кемуіне әкеліп соқтырады.

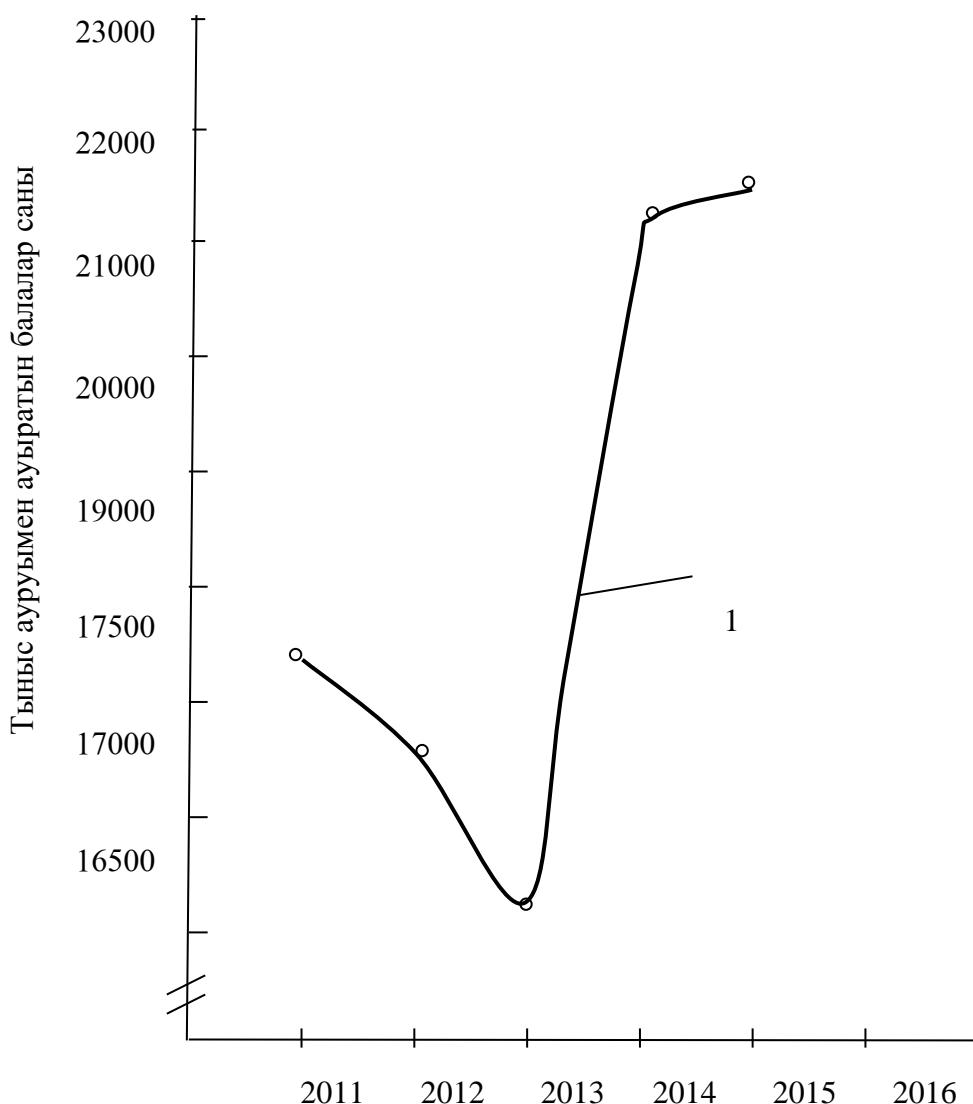
Адамдар демалатын ортада CO мөлшері 4 %-ға жеткенде ағза улана бастайды да, ал CO мөлшері 8 % болғанда адам ағзасы қатты уланып, оның арты өлімге әкеліп соқтырады. Көміртегі тотығы үшін шектік рұқсат етілген концентрация белгіленген де, көміртегі тотығының арнайы емдеу орындарында шекті рұқсат етілген концентрациясы – 0,07 %-ға, түрғын және қоғамдық орындарда – 0,1 %-ға тең. Ресей ғалымдары жүргізген ғылыми-зерттеу жұмыстарында атмосфералық ауаға аса

қауіпті жүрек қан тамырлары мен тыныс алу органдарына тікелей әсер ететін эмиссиялар – СО мен NO<sub>2</sub> түрінде танылған.

Кейінгі жылдармен салыстырғанда, балалар мен жасөспірімдер арасында бронхитті астма ауруы екі есеге ұлғайып, Қазақстанда қазіргі Түркістан облысындағы Кентау қаласында тыныс алу жүйелері ауруымен, тек ғана жасөспірімдер мен балалар ғана емес, ересектер ішінде тыныс алу органдары ауруымен ауыру саны ұлғайған (2-сурет), мұнда Кентау қаласына қарасты елді-мекендердегі балалар емханасындағы жалпы тыныс алу органдарымен ауыратын балалар саны 100 000 тұрғын санының есебі бойынша есептелді.

Бұл суретте жалпы түрде тыныс алу органдарымен ауыратын Кентау қаласына қарасты елді-мекендердің аталмыш аурумен 2011-2016 ж.ж. аралығындағы тәуелділік байланыс графигі түрғызылған. Мұндағы жылдар аралығындағы ауру көрсеткішінің халық арасында қалыпты жағдайда қауіпсіз ауру көрсеткішіне тән емес мәнді көрсететін байкалады, тіптен, 2013-2014 жылдар аралығындағы балалар арасындағы тыныс алу органдарының ауру саны бірден көтерілген.

Мұнын себебін Қазақстанның климаттық жағдайының, жергілікті жердің метеорологиялық жағдайы мен қоршаган табиғи ортаның ластануының артуы себепті деп айтуда болады және бұл күлдің жақын маңайдағы аудандарға шаң түрінде ұшырылған, тыныс алу органдарының пневмония, бронхитті астма және т.б. ауруларымен зиянды әсер ететіндігімен түсіндіріледі.



1-сурет. ЖЭО-ның адамдардың тыныс алуға әсері көрсеткіші

Бірнеше айдан 2 жылға дейінгі кезең ішінде жедел силикоз ауруы кремний қосылыстары концентрацияларының артуы жағдайында дамуы мүмкін. Бұл симптомдардың ішінде ентігудің күшеоі, әлсіздік пен бірден дene салмағын жоғалту жағдайлары жиі байқалады. Диффузиялық альвеолярлық толуы секілді рентгенографиялық мәліметтер силикоздың нақты созылмалы түріне жататындығын, өкпе-альвеолярлы протеинозбен ұқсас гистология деректері өкпеден тыс бұзылуар (бүйрек пен бауырда) болатындығын анықтаған. Бұл аурудың өкпені ауыр желдету гипоксемиясының тез дамуы бар екендігі де белгілі болған.

Кремнеземнің атмосфералық аудағы нормадан тыс ШРК-дан арту жағдайы туберкулездің силикоздың барлық түрлерін одан әрі қындағып, аса қауіпті үдемелі аурумен адамдардың ауруы мүмкін екенін көрсетеді және қауіптісі сол, силикозсыз кремнидің әсері осы инфекцияға бейімдік тудыруы мүмкін. Статистикалық мәліметтер бойынша рентгенографияның көрсеткіштері силикоз болмай ақ, бастапқы кремний қосылыстарының әсеріне ұшыраган жұмысшылардың шаңның әсерінен созылмалы бронхит пен оған ілеспелі әмфизема секілді өзге де кәсіби ауруларға ие бола алатындығын көлтіреді. Бұл өзгешеліктер жұмыс кезіндегі түрлі минералдар мен шаңның, соның ішінде кремний тотығы бар шаңның құрамына тікелей қатысты болып келеді.

Себебі жогарыда атап өткендей, қоршаған органдарының ластануынан туындастырылған өкпе аурулары шаң, аллергендер, химиялық заттар, газдар немесе ластаушы заттар жүткән кезде пайда болады да, олар жеңіл, әрі үздіксіз сыртқы органдарының әсеріне ұшырайды және көптеген экологиялық проблемаларға бейім келеді де, патологиялық үрдістерге өкпенің кез келген болігін тартуы мүмкін. Тыныс алу жолдары (мысалы, кәсіби демікпе, тыныс алу жолдарының дисфункциясының реактивті синдромы, улы заттарды жүту, атмосфералық ластанумен немесе биосинозбен байланысты аурулар, сонымен қатар өкпе паренхимасы: пневмокониоз, жогары сезімтал пневмонит немесе силикоз кезінде асбестоз ауруларының даму қарқындылығы ұлғаяды. Аталмыш ластағыш заттарды жүту демікпенің (бронх демікпесі) даму қаупінің негізгі факторы болады. Американдық Торакалдық қоғамның бағалауы бойынша кәсіби немесе экологиялық әсерге байланысты популяциядағы созылмалы обструктивті ауруы (мұнан әрі -СОӘА) үлесі шамамен 20 пайызды құрайды [2].

Мұндағы өкпенің СОӘА дегеніміз – көбінесе темекі тұтінінен дем алатын немесе тыныс алатын органдардың токсиндерге қабыну әсерінің туындау себепті ауя жүту ағынының шектелуі. Бұл темекі шекпейтін адамдардың арасында аз таралу себептері – альфа-1-антитрипсиннің жеткіліксердің және әртүрлі кәсіби әсер ету болып табылады. Дегенмен, ЖЭО күлінен шығарылатын эмиссиялардың адам денсаулығына көрі әсері жылдар бойы дамитын симптомдар түріне жөтел мен ентігу, тыныс алудың біртіндеп әлсіреуі, тыныс шығару фазасының ұзаруы және зорығып тыныс алуына әкеліп соқтыруы әбден мүмкін.

Тағы бір айта кететін жэйт, бұған дейінгі деректер бойынша ересектер арасында пневмония ауруымен ауыратындар 2,3 есе аз мәнді көрсетті. Бұл ғылыми еңбекте Кентау қаласына қарайтын Қантағы елді мекені ЖЭО-ның құлін сақтайтын қоймага жақын селитебті аймақ ретінде орналасқандықтан, басқа елді мекенінің балалар көрсеткішіне қараганда (тыныс алу аурулары), бұл елді мекеніндегі балалардың ауру саны жоғары мәнге ие болып отыргандығы айқындалған. Өйткені физиологиялық ерекшеліктің қарай, балалардың денсаулығы қоршаған табиги оргадағы жағымсыз әсерлердің тез қабылдай отырып, сезімтал келеді. Сондықтан да өндірістің зиянды заттарының қоршаған органдарының ластау нәтижесіне ересектерді емес, жас балалар арасындағы тыныс алу ауруларының түрі келтірілді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Volostnov A.V., Arbuzov S.I. Energetik (Power Engineer), 2011. no. 3. pp. 39-43.

Josep Lloret, Hans-Joachim Rätz, Jordi Lleonart and Montserrat Demestre, Challenging the links between seafood and human health in the context of global change, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 10.1017/S0025315415001988, 96, 1, (29-42), (2015)

[2] Волостнов А.В., Арбузов С.И. Токсичные элементы в углях Сибири // Энергетик. 2011. № 3. С. 39-43

[3] Krylov D.A. Negativnoe vozdeistvie mikroelementov, soderzhashhihsya v uglyah, v zoloshlakovyyh- otvalah i v zoleunose ugodnyh TES, na okruzhayushhuyu sredu i zdorovie lyudey [The negative impact of trace elements contained in coal in ash and slag heaps an coal fly as thermal power plants on the environment and huma health]. Preprint Research Center «Kurchatov Institute». Moscow, 2012. 37 p

[4] Крылов Д.А. Микроэлементы в топливе и золошлаковых отходах угольных электростанций // Энергетик. 2012. № 11. С. 36-39.

[5] Krylov D.A. Energetik (Power Engineer), 2012. no. 11. pp. 36-39.

Дарибаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Кутжанова А.Н., Сыргабаева Э.С.

**Оценка воздействия на здоровье человека золы кентауской ТЭЦ**

**Резюме.** В данной статье приведены данные по показателям дыхательной заболеваемости в период 2011-2016 г. г. по причине негативного воздействия золы ТЭЦ г. Кентау на окружающую среду. Климатические условия города, метеорологические условия местности и загрязнения окружающей природной среды показывает несвойственные значения показателей заболеваемости людей по сравнению заболеваемости среди населения в нормальных условиях.

Это объясняется тем, что зола ТЭЦ в непосредственной близости от запыления в виде пыли воздействует на органы дыхания людей, приводящие к таким заболеваниям как пневмония, бронхиальная астма, силикоз и др.

**Ключевые слова:** зола ТЭЦ, климатических условий города, болезни дыхательной пути, силикоз, пневмония, бронхитная астма, эмиссия, кремнезем.

УДК 550.8

**T.K. Shaiyakhmet**

(Satbayev University, Алматы, Казахстан)

E-mail: baibatsha48@mail.ru, sh.tanirbergen@gmail.com)

**FORMATION OF THE DATABASE FOR THE EVALUATION OF  
ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF DEPOSITS IN 3D ENVIRONMENT**

**Abstract.** The significance of the database for assessing the engineering and geological conditions of deposits in modern computer technology using 3D modeling is considered. These works, in turn, play a large role in achieving safe and rational mining of ore bodies within deposits. Therefore, the development of this direction in our country today is of high relevance, since it has important practical importance in the development of deposits on the basis of mining enterprises.

**Key words:** Database, engineering geological conditions, geological environment, 3D modeling, geotechnical documentation, rock mass.

**ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В 3D СРЕДЕ**

**T.K. Шайыахмет**

(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан)

E-mail: baibatsha48@mail.ru, sh.tanirbergen@gmail.com)

**Аннотация.** Рассмотрена значимость базы данных для осуществления оценки инженерно-геологических условий месторождений в современных компьютерных технологиях с применением 3D моделирования. Эти работы в свою очередь играют большую роль для достижения безопасной и рациональной отработки рудных тел в пределах месторождений. Поэтому развитие данного направления в нашей стране на сегодняшний день имеет высокую актуальность, так как оно имеет важную практическую важность при освоении месторождений на базе горнодобывающих предприятий.

**Ключевые слова:** База данных, инженерно-геологические условия, геологическая среда, 3D моделирование, геотехническая документация, массив горных пород.

**Введение**

Исследовательские работы в виде комплексного изучения инженерно-геологических условий геологической среды проводились на золоторудном месторождении Бескемпир, которое локализовано в пределах Акбакайского рудного поля. Месторождение в геологическом отношении расположено в 3 км к северо-востоку от Жамбылского разлома – одного из краевых разломов Жалапир-Найманской геосубтуры. Оно четко ограничено в пространстве Кашкимбайским разломом с юго-запада, Кенгирским – с северо-востока, Кызылжартасским – с севера и Южно-Кенгирским – с юга. Протяжённость разлома по простирианию 15 км при ширине 3,5-4 км. С северо-запада рудное поле перекрывается вулканитами девона, заполняющими Кызылжартасскую грабен-синклиналь [1-3].

При изучении инженерно-геологических особенности месторождения четко установлено, что в пределах месторождения имеются участки с ослабленным массивом горных пород вскрытые подземными горными выработками. В таких участках практически часто происходит отслоение и обрушение горной массы, вывалы отдельностей, деформация и др. В целом, чтобы понять

закономерность распределения и развития свойственных параметров массива горных пород, а именно в трехмерном пространстве необходимо создать базу данных инженерно-геологических условий геологической среды, с помощью которой можно визуализировать все количественные данные характеризующие массива пород. Самая главная, база данных – фундаментальная основа 3D моделирования при оценке инженерно-геологических условий месторождений, так как качество оценки напрямую связано с достоверной базой данных.

#### Методы и результаты исследований

При создании объемной трехмерной модели геологической среды фундаментальной основой является база данных, с применением которой осуществляется оценка инженерно-геологических условий месторождений. Формирование базы данных производится в результате геологоразведочных и эксплуатационно-разведочных работ со сбором данных. Эти данные отображают фактическое состояние массива горных пород в соответствии с определенным системам.

База данных инженерно-геологических условий предназначена для визуализации результатов исследовательских работ по инженерно-геологическому изучению массива горных пород месторождения, а также для использования при осуществлении интерполяции количественных параметров в блочную модель (оценка в трехмерной среде) с применением современных компьютерных технологий. Данный вид базы данных в двух формах составляется, первая форма при документации подземных горных выработок, а вторая - при документации керна скважин [4-6].

Готовая база данных для визуализации в горно-геологической информационной системе состоит из обязательных и интервальных таблиц.

Обязательные таблицы как при документации подземных горных выработок, так и при документации керна содержат одинаковых стандартных файлов, которыми являются *файл устьев* (collar) и *файл инклинометрии* (survey), и фрагменты этих файлов в качестве примера представлены на рис. 1. В файле устьев имеются данные о наименовании (hole id) выработки или скважины, фактическом координате (x, y, z.) в трехмерном пространстве выработка или скважины, длине (depth) документированного интервала выработка или глубине скважин. Файл инклинометрии состоит из данных о наименовании (hole id) выработки или скважины, азимуте траектории (azimuth) документируемого интервала, угле падения или погружении (dip) линии вдоль которой осуществляется документация, длине (depth) документированного интервала выработка или глубины скважины. К данным файлам можно добавлять дополнительные столбцы, содержащие разные сведения о месторождении.

hole id	x	y	z	depth
K630V17E015	24091	43372	635	129
K630V17E016	24091	43371	635	105,7
K630V17E017	24091	43370	635	99,7

a)

hole id	azimuth	dip	depth
E610V10001	186	2,8	0
E610V10001	186	2,8	10
E610V10001	186	2,9	20

б)

Рис. 1. Примеры обязательных таблиц базы данных:  
а) файл устьев – collar; б) файл инклинометрии – survey.

Интервальные таблицы имеют разные формы, то есть для документации подземных горных выработок существует отдельная форма, а для документации керна другая форма, так как спецификация изучения массива горных пород осуществляется разными путями.

hole_id	from	to	length	lith_code
K630V17E015	0,4	0,7	0,3	QTZ
K630V17E016	0,7	1,5	0,8	DYK
K630V17E017	1,5	2,3	0,8	DYK

Рис. 2. Пример файла литологического типа горных – lithology.

Описание литологического типа горных пород каждого интервала производиться параллельно геотехнической документации как в подземных условиях работ, так и при документации керна. После

чего, эти данные заносятся в файл lithology (см. рис.2). Данный файл состоит из столбцов наименования (hole id) выработки или скважины, начала (from) и конца (to) документируемого интервала, длины (length) интервала и литологического типа (lith\_code) горных пород каждого интервала. В файл lithology можно добавлять дополнительные таблицы, детально характеризующие петрографические свойства горных пород.

На месторождении Бескемпир изучение инженерно-геологических условий геологической среды производилось в подземных условиях работ и на поверхности с документированием керна. Целью выполненных работ являлась создания два вида базы данных согласно по результатам документирования массива обнаженных пород в подземных выработках и керна эксплуатационно-разведочных и геотехнических скважин.

Первый вид базы данных инженерно-геологических условий. В базе данных по результатам документации керна, кроме обязательных таблиц имеется и интервальная (основная) таблица – *файл геотехнической документации керна (geotech\_dh)*. Для того чтобы заполнить форму файла geotech\_dh необходимо было детально изучить геолого-структурное особенности горных пород по керну, которое состоит из следующих факторов:

- *Выделение разломов и границ литологических типов пород.* Производится тщательный осмотр керна и отмечается краской все открытые, явно естественные разломы и литологические границы пород. Это гарантирует, что записи могут быть проверены по керну позже для контроля качества. Очень важно различать естественные разломы и разломов, вызванных бурением (т.е. «механические»). Попытка отделения искусственных дефектов от натуральных, существующих в породном массиве, является одним из основополагающих факторов успешного геотехнического описания. Различие между искусственными повреждениями и естественными трецинами иногда может быть едва уловимой, и даже опытные специалисты могут истолковать их неверно. Таким образом, чтобы свести риск ошибки к минимуму, очень важно четко маркировать как все открытые, явно естественные, так и вызванные бурением нарушений. Общее правило здесь – если возникают сомнения относительно природы разлома, принимать его за естественный.

- *Определение интервалов описания.* Геотехническая документация керна проводится по каждому рейсу, в отдельных случаях, когда в одном рейсе наблюдается смена литологии или четко выраженная тектоническая структура, то необходимо разбить этот рейс на 2 или более интервала.

- *Определение общего выхода керна (Total core recovery (TCR)).* Общий выход керна (ОВК) определяется как процентное отношение общей длины извлеченного керна (как цельного, так и нет) к длине рейса.

- *Выход цельного керна (Solid core recovery (SCR)).* Выход цельного керна определяется как процентное соотношение извлеченного цельного керна к длине рейса. Как правило, до тех пор, пока вся окружность видна по длине керна, отдельные части керна все еще могут быть включены. Геолог, проводящий описание, должен решить включать ли отдельную часть керна в отношение в контексте окружающего массива пород. В некоторых ситуациях считается целесообразным включить данную часть только тогда, когда отношение неповрежденного цилиндра (столбика) керна превышает или является равной диаметру керна. Очень важно попытаться различить естественные нарушения и нарушения, вызванные бурением при подсчете ВЦК.

- *Показатель прочности пород (Rock Quality Designation (RQD)).* Показатель прочности пород (ППП) определяется как общая длина сплошного кернового цилиндра, между естественными разломами превышающая 100 мм в длину, выраженная в виде процентного отношения длины керна. При измерении ППП также важно различать естественные разломы и разломы, вызванные бурением. Искусственные разломы не должны учитываться при измерении, и искусственные зоны повреждений не должны быть включены в вычисление, если видно, что порода не была повреждена изначально.

- *Частота трециноватости (ЧТ).* Производится арифметический подсчет всех трещин. Трецины должны быть записаны как принадлежащие к одному из трех направлений по отношению к оси керна. Это позволяет дать приблизительную оценку системы трещин в массиве пород. В каждом рейсе количество разломов, которые проходят через керн под следующими углами, должно быть подсчитано: 0-30°, 30-60° и 60-90°. Разрушенные зоны не должны учитываться как очень близко расположенные трещины.

- *Определение внутренней прочности пород или одноосной прочности на сжатие (Rock Strength).* Эта величина отражает полевую оценку одноосной прочности на сжатие (ОПС) с использованием стандартного метода оценки МОМП (Международного общества механики горных пород) со шкалой размерности от R0 to R6. Оценка ОПС определяется на керне, не имеющем

микроповреждений, таких как прожилки или зацементированные соединения. Если порода анизотропная (т.е. присутствуют сланцеватость, напластование, брекчирование и др.), запись об этом должна быть указана в столбце с примечаниями. Для оценки используются перочинный нож, скрайбер (ручка с твердосплавным наконечником) и/или геологический молоток. Позже полученные значения подтверждаются сосредоточенной нагрузкой и/или лабораторными испытаниями.

- *Определение степени выветрелости горных пород.* Выветрелость пород регистрируется в отдельно выделенной колонке по интервально с помощью кодов.

- *Определение структуры горной массы.* Определение структурного строения породного массива является описанием всеобщей структуры горной массы. Структура горной массы определяется описанием доминирующих ( $\geq 50\%$ ) условий, наблюдавшихся по буровому рейсу.

- *Определение степени микротрециноватости пород.* Степенью микротрециноватости пород является частота открытых и заполненных трещин на 10 и более сантиметров. Отличительной особенностью от частоты трещиноватости (ЧТ) является то что в данном пункте геолог определяет к какой группе можно отнести данный интервал по частоте трещин ни зависимо от угла падения трещин.

- *Выделение типов тектонических структур.* При выделении тектонических структур геологу необходимо различать механическое дробление керна в результате бурения от естественных природных структур.

- *Форма открытого разлома – Макротрецины.* Невозможно оценить форму разрыва по керну, потому что длина поверхности нарушения целостности является слишком маленькой. Следовательно, форма поверхности разрыва, должна определяться по поверхностным обнажениям.

- *Прочность стены отрыва.* Прочность стены отрыва представляет собой относительную прочность стены отрыва против прочности неповрежденной породы и является функцией присутствия или недостаточности изменения, связанного с разломом или разрывом.

- *Тип заполнения трещин (разломов).* Данная величина описывает заполнение трещин. Цветовые пятна минерального происхождения не должны описываться как наполнители. Тип заполняющего материала и его мощность регистрируются в виде минеральных кодов, а мощность в миллиметрах.

Второй вид базы данных инженерно-геологических условий. Данный вид базы данных составляется по описанию массива горных пород в подземных выработках месторождения. Данной база данных, кроме обязательных таблиц состоит из интервальной (основной) таблицы – файл геотехнических документации массива подземных горных выработок (geotech\_ug). Для заполнения данного файла необходимо изучение геолого-структурные особенности массива горных пород, вскрытый подземными выработками, т.е. важно учитывать нижеследующие важные компоненты инженерно-геологических условий месторождений:

- *Прочность нетронутого массива (IRS).* Данный параметр представляет собой прочность пород, ( $\sigma_c$ ), между разрывами и трещинами при неограниченном одноосном сжатии. Прочность нетронутого массива картируемой площади может испытывать на себе влияние присутствия слабых и прочных нетронутых пород, которые могут залегать или встречаться в виде пластовых залежей или переслаивания пород.

- *Расстояния между трещинами и выдержанность трещин.* Сюда входит измерение всех явных естественных нарушений сплошности пород. Трещины разделяют отдельные блоки пород. В целях данного вида съемки, трещины относят к так называемым вторичным структурам или структурам второго порядка. Влияние сцепленных (запечатанных) трещин следует рассматривать с должным учётом на их соответствие рассматриваемому выбранному способу разработки месторождения. Сцепленные (запечатанные) трещины рассматриваются в качестве вторичных структур, в то время как прерывающиеся жилы рассматриваются в качестве структур третьего порядка. Первичная структура (в данном случае) определяется как нарушение сплошности выдержанностью свыше 15 м, и обычно связана с (историческим) перемещением массива горных пород, как например, тектонические разломы и скосы. Вторичная структура определяется как нарушение сплошности выдержанностью менее 15 м, не связанное со перемещением массива горных пород.

- *Состояние трещин и присутствие воды.* Оценка состояния трещин представляет собой оценку свойств трения поверхностей сочленения (не самих трещин). Оценка основана на свойствах поверхности (шероховатость), зон изменённых пород, заполнения и водопроявлений. Данный этап работы состоит из следующих подэтапов:

– Выветривание пород. Определенные виды пород подвержены значительному выветриванию и это следует учитывать в проектных решениях, таких как: размеры выработки и выбор крепи. Выветривание зависит от продолжительности времени и данный фактор оказывает влияние на график установки крепи и производительность горных работ.

– Напряжение, вызванное ведением горных работ. Напряжение, вызванное ведением горных работ, выражается в виде перераспределения напряжения на участке месторождения и возникает в результате изменяющейся геометрии, ориентации горных выработок и последовательности выемки и закладки.

– Ориентация трещин Размеры, форма и ориентация горных выработок будет влиять на поведение горного массива. Залегание трещин, и то, попадает ли основание блоков, которые разделены этими трещинами в зону вскрытия выработкой, оказывает значительное влияние на устойчивость горной выработки и склонность подсеченного массива к самообрушению.

• *Выветривание горных пород.* Выветривание не следует путать с изменением пород по составу или прочностью горной породы, хотя между этими свойствами может существовать определенная связь.

• *Изменение пород по составу.* Изменение пород по составу определяется как изменения химического и минералогического состава, вызванные действием гидротермальных растворов. Данное явление следует описывать в соответствии с типом ассоциации изменений и интенсивностью его влияния на породообразующие минералы в плане снижения либо увеличения прочности нетронутого массива.

• *Отдельность.* Проведите оценку участка съемки на предмет его массивности, блочности, присутствия брекчий, разломов, слоистости или трещиноватости. Необходимо дать оценку минимального, максимального и среднего размеров блоков, которые вероятно образуются.

• *Показатель прочности породы (RQD).* Зафиксируйте показатель прочности породы (RQD) в виде процентного соотношения к объему пород по всей плоскости горной выработки. Указываются результаты средней, пессимистичной и оптимистичной оценки показателей прочности породы. Показатель прочности породы рассчитывают по формуле: Показатель прочности породы = Сумма расстояний между трещинами > 10 см x 100/ общая длина замера.

• *Количество систем трещин.* Необходимо оценить количество систем трещин и их крупности – крупные или мелкие системы.

• *Расстояния между трещинами.* Фиксируются измеренные в метрах минимальные (пессимистические) и максимальные (оптимистические) истинные расстояния, наблюдаемые между любыми парами трещин в системе трещин. Также записывается среднее истинное расстояние, т.е. наиболее часто встречающееся расстояние (не средний показатель).

• *Частота трещин.* Фиксируется частота трещин (FF), выражаемая как общее количество трещин на один метр длины картирования. Записывается минимальная частота трещин на метр (оптимистичный вариант), максимальная частота трещин на метр (пессимистичный вариант) и средняя частота разломов на метр.

• *Протяженность.* Протяженность рассматривается как длина (протяженность в метрах) нарушения сплошности и измеряется или оценивается как самая длинная прослеженная протяженность нарушения сплошности либо по простирианию, либо в направлении падения пласта. Примечание: Измеряется только нарушение сплошности протяженностью выше 0,5 м.

• *Мощность трещин.* Фиксируется в записи истинная мощность трещины или другой открытой либо заполненной структуры в мм. Необходимо производить оценку минимальной (оптимистичный вариант), максимальной (пессимистичный вариант) и средней мощности по всей области блочного картирования.

• *Макрошероховатость.* Оценивается общая форма поверхности нарушения сплошности.

• *Микрошероховатость.* Оцениваемый параметр микрошероховатости пород показывает особенности мелкой текстуры пород (ощущаемую на ощупь пальцами),

• *Заполнение трещин.* Заполнение трещин представляет собой материал, разделяющий соседние стенки породы внутри нарушения сплошности. Заполняющий материал зачастую имеет значительное контролирующее воздействие на сопротивление нарушения сплошности сдвигу, в особенности, если его мощность превышает амплитуду шероховатости стенок породы. Сопротивление сдвигу у заполняющих минералов зависит от минералогического и гранулометрического состава (т.е. крупности зерен). Для всех типов заполненных нарушений

сплошности, наибольший интерес представляет материал самой тонкой фракции, поскольку обычно именно он контролирует долгосрочный предел прочности на сдвиг. Там, где материал имеет разный гранулометрический состав, необходимо записать процентную долю каждой фракции.

• *Прочность стенок отрыва.* Прочность стенок отрыва относительно прочности ненарушенной породы (=относительная прочность стенок отрыва) необходимо записать, используя коды. В случае ярко выраженной разницы между прочностью стенок трещины и прочностью основной (вмещающей) породы, её следует отметить. Среди причин такой разницы можно назвать такие факторы как изменение и выветривание пород.

По результатам комплексного изучения важных компонентов инженерно-геологических условий месторождения, сформированы файлы geotech\_ug и geotech\_dh (см. рис.3) в которых содержатся нижеследующие обязательные поля (можно добавлять дополнительные столбцы):

- № скв/выработки. Номер скважины или выработки

- От. Начало документируемого интервала.

- До. Конец документируемого интервала.

- Длина. Расстояние документируемого интервала.

- Литологический код (ROCK).

• *Обводненость породы (Jw):* 1 – нет водопритока, сухие породы; 0,66 – влажные породы; 0,5 – капеж, влажные породы; 0,33 – слабый водоприток; 0 – заметный водоприток.

• *Обводненность породы (Jw), Rat* значение определяется в зависимости от Jw: при Jw=1 (Jw), Rat="10", Jw=0,66 (Jw), Rat="7", Jw=0,5 (Jw), Rat="4", Jw=0,33 (Jw), Rat="0".

- *Прочность пород (UCS),* МПа, устанавливается прибором.

• *Категория прочности,* значение определяется в зависимости от UCS: в пределах 1-5 МПа значение "R1" (очень слабая); 5-25 МПа значение "R2" (слабая); 25-50 МПа значение "R3" (средней прочности); 50-100 МПа значение "R4" (прочная); 100-250 МПа значение "R5" (очень прочная); больше 250 МПа значение "R6" (крайне прочная).

• *Показатель качества породы (RQD – Rock Quality Designation)* в м, сумма длин целых кусков более 10 см в документируемом интервале.

• *RQD (Rat),* значение определяется в зависимости от (RQD), %: при (RQD), % 90-100 значение "20", 75-90 значение "17", 50-75 значение "13", 25-50 значение "8", меньше 25 значение "3".

• *Количество систем трещин (Jn):* 0,5 – нет трещин, 1 – случайные трещины, 2 – одна система трещин, 3 – одна система трещин + случайные трещины, 4 – две системы трещин, 6 – две системы трещин + случайные трещины, 9 – три системы трещин, 12 – три системы трещин + случайные трещины, 15 – четыре и более системы трещин, 20 – зона дробления.

- *Количество трещин (NJ),* на определенный интервал.

- *Расстояние между трещинами (SD).*

• *Расстояние между трещинами (SD00) Rat,* значение определяется в зависимости от (SD): при меньшем 0,06 значении "5", 0,06-0,2 значении "8", 0,2-0,6 значении "10", 0,6-2 значении "15", большем 2 значении "20".

• *Шероховатость стенок трещин (Jr):* 0,5 – плоская отполированная, 1 – гладкая плоская, 1,5 – плоская шероховатая, 2 – гладкая волнистая, 3 – волнистая шероховатая.

- Сцепление стенок трещин (Ja).

- Показатель рейтинга Барттона (Q).

• Категория класса по системе Барттона, значение определяется в зависимости от Q: при Q меньше 1 – значение "V", 1-4 – значение "IV", 4-10 – значение "III", 10-40 – значение "II", 40-1000 – значение "I".

• Характеристика массива согласно показателю рейтинга Барттона (Q): при Q меньше 1 значения – "весъма неустойчивый", 1-4 значения – "неустойчивый", 4-10 значения – "среднеустойчивый", 10-40 значения – "устойчивый", 40-1000 значения – "весъма устойчивый".

№ скв.	От, м	До, м	Длина, м	Инженерно-геологический код (ROCK)																Характеристика массива согласно показателю рейтинга Бартона (Q)				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
S_Bes_M37_GT_010	0	1	1	GRD	1	10	R4	86	7	0	0	3	12	4	0,02	5	1,5	2	0	V	весьма неустойчивый			
	1	2,5	1,5	GRD	1	10	R4	85	7	0,26	17	3	3	6	0,02	5	1,5	2	4,333	III	среднеустойчивый			
	2,5	2,9	0,4	LPH	1	10	R4	84	7	0	0	3	3	3	0,02	5	1,5	2	0	V	весьма неустойчивый			
	2,9	3,7	0,8	GRD	1	10	R4	75	7	0,28	35	8	9	8	0,15	8	1,5	2	2,917	IV	неустойчивый			
	3,7	8,4	4,7	GRD	1	10	R2	22,1	5	0,37	8	3	9	8	0,15	8	1,5	2	0,656	V	весьма неустойчивый			
	8,4	9,1	0,7	GRD	1	10	R3	40	4	0	0	3	20	3	0,02	5	3	2	0	V	весьма неустойчивый			
	9,1	10	0,9	GRD	1	10	R4	55	7	0,4	44	8	3	2	0,4	10	3	2	22,22	II	устойчивый			

a)

№ выработки	От, м	До, м	Длина, м	Lithology/Сокращения лингвологии	GSI/Геологический индекс прочности	Показатель качества породы (RQD), %	Jn est/Количество системы трещин	Jr/Шероховатость трещин	Ja/ Сцепление стенок трещин	Jw/ Обводнённость пород выработок	SRF/Фактор снижения обнаружения	Q/Критерий бартона	Категория класса по системе Бартона	Характеристика массива согласно показателю рейтинга Бартона (Q)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	21	22
520vnp12e	0	1	1	GRD	45	45	3	1	2	1	1	8	III	среднеустойчивый
520vnp12e	1	2	1	GRD	48	48	3	1	2	1	1	8	III	среднеустойчивый
520vnp12e	2	3	1	GRD	53	60	3	1	2	1	1	10	II	устойчивый
520vnp12e	3	4	1	GRD	53	52	3	0,5	4	1	1	2	IV	неустойчивый
520vnp12e	4	5	25	GRD	51	55	3	1	3	1	1	6	III	среднеустойчивый
520vnp11e	5	6	20	GRD	51	40	3	1	2	1	1	7	III	среднеустойчивый

б)

Рис. 3. Пример файлов базы данных: а) geotech\_dh; б) geotech\_ug

### Заключение

При разработке месторождений прогнозирование инженерно-геологических явлений геологической среды обеспечить горнодобывающего производства предотвращением возможных инцидентов связанные с массивом горных пород. При эксплуатации месторождений, своевременное прогнозирование возникновения опасных процессов (движение горных масс, вывал и обрушение массива пород и др.) позволить достичь безопасного и рационального ведения работ в горных выработках. В целом, осуществить реальные предсказание развития инженерно-геологических процессов при разработке месторождений в определенных геологических условиях, при ограниченном объеме имеющейся информации является весьма трудной задачей ввиду многозначности и разносторонности взаимовлияющих факторов.

Для решения вышеперечисленных задач необходимо оценка инженерно-геологических условий месторождения на основании объемного 3D моделирования геологической среды, а фундаментальной основой качественной оценки в горно-геологической информационной системе является достоверная база данных инженерно-геологического изучения месторождения. В этой связи на золоторудном месторождении Бескмпир были проделаны объемные работы с целью создания базы данных в подземных условиях горных работ. Поставленная задача несмотря на всякие трудности была выполнена, и в условиях месторождения была создана своя база данных инженерно-геологических условий геологической среды, которая отображают количественные параметры массива горных пород в трехмерном пространстве. Созданная база данных будет служит основой для оценки инженерно-геологических условий месторождения с применением 3D моделирования на платформе современных компьютерных технологиях.

Работа выполнена в рамках темы государственного заказа по программно-целевому финансированию № BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Байбатша А.Б. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. – Монография. – Алматы: Научно-издательский центр “Ғылым”, 2003. – 320с.
- [2] Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Сажин Ю.Г., Абдыкирова Г.Ж. Микро- и нанозолото и технология его извлечения. Алматы, 2009. – 160 с.

- 
- [3] Байбатша А.Б. Модели месторождений благородных металлов. ISBN 978-601-7367-58-9. Алматы, 2014 – 452 с.
  - [4] Капутин Ю. Е. (2002) Горные компьютерные технологии и геостатистика. М., ISBN 5-86093-097-6. 424 с.
  - [5] Kvartsberg S. (2013) Review of the Use of Engineering Geological Information and Design Methods in Underground Rock Construction Gothenburg, Sweden. 69 р.
  - [6] Hakkinen T., Merjama S., Monkkonen H. (2014) Rock Mechanics Model (RMM). ONKALO, Finland. 39 р.

Шайыахмет Т.К.

**Кенорындар инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалаған кезде деректер базасын 3D ортада қалыптастыру**

**Түйіндеме.** Кенорындардың инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалауда қазіргі компьютерлік технологияларды 3D моделдеуге қолданып, деректер базасын жасаудың маңыздылығы қарастырылған. Бұл жұмыстар өз кезегінде кенорындар ауқымында руда денелерден қауіпсіз және ұтымды кен өндіруде үлкен рөл аткарады. Содықтан біздің елімізде бұл бағытты дамыту бүгінгі күнде жоғары көкейтестілікке ие, өйткені оның кенөндіру мекемелері негізінде кенорындарды игеру кезінде практикалық маңыздылығы жоғары.

**Түйін сөздер:** Деректер базасы, инженерлік-геологиялық жағдайлар, геологиялық орта, 3D моделдеу, геотехникалық құжаттау, таужыныстар массиві.

# • ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 656.7

**Z.E. Konakbay, Asilbekova A.Abgapbarova**  
(Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: konakbay.zarina@mail.ru)

## BAGGAGE LOADING CONTROL SYSTEM - BRS IN TRANSPORT COMPLEXES

**Annotation:** The IS-BRS baggage loading control system is designed to track each piece of baggage at all stages of technological processing and ensures guaranteed loading of baggage only with the passenger. Thanks to this, the system allows you to minimize and even eliminate baggage.

**Keywords:** baggage, trolleys, transfer passengers, flight, baggage handling.

**З.Е. Конакбай, И.Ж. Асильбекова, А. Абжапбарова**  
(Академия гражданской авиации, Алматы, Казахстан,  
E-mail: konakbay.zarina@mail.ru)

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАГРУЗКИ БАГАЖА - BRS В ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСАХ

**Аннотация:** Система контроля загрузки багажа IS-BRS предназначена для отслеживания каждого места багажа на всех этапах технологической обработки и обеспечивает гарантированную загрузку багажа только пассажиром. Благодаря этому система позволяет минимизировать и даже устраниить багаж.

**Ключевые слова:** багаж, тележки, трансфер пассажиров, перелет, обработка багажа.

### Введение

В настоящее время программное обеспечение **BRS** успешно функционирует в крупнейших узлах воздушного транспорта Саудовской Аравии, Турции, Ирана, Таджикистана и Киргизии, а также в аэропорте российского города Нальчик.

Комплексные технологические решения **BRS**, которые будут продемонстрированы на стенде компании посетителям Третьей национальной выставки инфраструктуры аэропортов и гражданской авиации, представляют собой специальные разработки, направленные на оптимизацию и максимально автономное функционирование программного обеспечения аэропортовых комплексов.

**Методы работы:** Система контроля загрузки багажа IS-BRS это отслеживание багажа на всех этапах технологической обработки, контроль погрузки багажа в воздушное судно только вместе с пассажиром, а также своевременная перегрузка трансферного багажа.

Система IS-BRS при помощи стационарных и мобильных считывателей багажных бирок фиксирует обработку багажа на всех этапах: на регистрации, на досмотре службой авиационной безопасности, на досмотре таможенной службой, на комплектации на тележки или контейнеры и при погрузке багажа в воздушное судно.

Все данные о багаже поступают в систему IS-BRS. Система получает данные из используемых перевозчиками систем DCS (сообщения BSM), из AODB аэропорта (суточный план полетов), интегрируется с системой обработки багажа BHS и обрабатывает управляющие сигналы от интроскопов, операторов службы безопасности и операторов таможни. Информация о трансферных пассажирах и их багаже поступает из аэропортов отправления с помощью стандартных сообщений BTM.

В результате сервер системы IS-BRS информирует все заинтересованные службы аэропорта и пассажиров о процессе обработки багажа и подсказывает грузчику на экране мобильного считывателя информацию о необходимой загрузке каждого рейса и маршруте обработки багажа. (рис. 1)



**Рис. 1.** Технология обслуживания BRS

#### A) Технология отправки багажа вылетающих рейсов

Система IS-BRS обеспечивает эффективную организацию технологии загрузки багажа пассажиров в воздушное судно.

После регистрации пассажира агент службы перевозок взвешивает багаж и принимает его к перевозке, наклеивает багажную бирку и отправляет багаж в транспортную систему комплекса обработки багажа BHS.

Одновременно с принятием багажа к перевозке и началом транспортировки багажа в системе обработки багажа BHS система регистрации DCS отправляет в систему IS-BRS стандартное IATA-сообщение BSM, содержащее всю необходимую информацию о пассажире и его багаже. После получения BSM сообщения багаж и пассажир становятся видны для системы IS-BRS, и система начинает отслеживать технологический путь багажа и пассажира.

Система IS-BRS отслеживает местонахождение багажа в конвейерном комплексе обработки багажа и прохождение багажом процедур досмотра службой безопасности и таможенной службой на разных уровнях.

В любой момент система IS-BRS имеет возможность связать пассажира с его багажом: местонахождением багажа и его статусом — т. е. какие проверки багаж прошел, а какие еще предстоят.

Чтобы отследить местонахождения багажа, перед интроскопом устанавливается рамка считывателя багажных бирок. После считывания багажной бирки дальнейшее положение багажа отслеживается с помощью сенсоров комплекса обработки багажа BHS. Багаж, бирка которого не была идентифицирована считывателем, выводится из системы обработки багажа (посредством механических отбраковщиков), чтобы можно было идентифицировать его вручную. [7]

Система IS-BRS совместима с комплексами обработки багажа всех ведущих производителей (Vanderlande Industries, Loga Teleflex, Motion06, Beumer, LAS-1) и интегрируется с системами управления ведущих производителей автоматики (Siemens, Allen-Bradley, B&R, Schneider Electric). Система IS-BRS поддерживает обмен данными с системой управления комплексом обработки багажа BHS через несколько интерфейсов взаимодействия:

- Обмен стандартными IATA-сообщениями BPM.
- Обмен стандартными IATA-сообщениями BPM с помощью SITA BagManager.
- Прямая интеграция с PLC комплекса обработки багажа: через релейный интерфейс, по протоколу Canbus, через Ethernet или RS232.

Перед входом в зону прохождения предполетных формальностей на рабочем месте дежурного службы безопасности устанавливается считыватель посадочных талонов. Каждый пассажир предъявляет свой посадочный талон для проверки. После считывания посадочного талона система IS-BRS проверяет, прошел ли багаж все стадии досмотра и допущен ли пассажир к проходу в стерильную зону терминала, после чего уведомляет дежурного службы безопасности о результатах проверки.

В случае если багаж пассажира требует дополнительного досмотра, пассажир будет остановлен дежурным службы безопасности перед прохождением предполетных формальностей и направлен в комнату личного досмотра для проведения ручного досмотра багажа.

Багаж, поступивший в зону накопления — на накопительную конвейерную карусель или на накопительный гравитационный рольганг, — помечается в системе IS-BRS статусом «в зоне накопления».

Погрузка багажа с накопительных конвейеров в тележки или контейнеры фиксируется с помощью ручного мобильного считывателя багажных бирок — багаж помечается в системе как «погруженный в тележку/контейнер».

При каждом считывании багажной бирки система IS-BRS проверяет, правильный ли багаж комплектует грузчик, и отслеживает, в какую тележку/контейнер был погружен каждый багаж.

После считывания бирки мобильный считыватель выдает подсказку на экране, а также звуковое сообщение для особых случаев:

- Багаж чужого рейса.

- Багаж бизнес-класса, который нужно загружать в багажник воздушного судна в последнюю очередь.

- Багаж VIP-пассажира.

- Багаж запрещен к погрузке системой DCS (BUM-сообщение).

Трансферный багаж необходимо загружать в багажник воздушного судна в последнюю очередь.

Перед погрузкой в багажник воздушного судна грузчик считывает багажную бирку или штрих-код контейнера и помечает его в системе IS-BRS как «погруженный в воздушное судно».

Грузчик в реальном времени может видеть на экране итоговую ведомость погрузки багажа. На экран считывателя выводится информация о загруженном/незагруженном багаже, трансферном багаже и багаже, который необходимо снять с рейса. В результате грузчик всегда знает, сколько единиц багажа ему осталось загрузить и где их искать. Считыватель автоматически выдает звуковое сообщение, если каким-то образом туда попал багаж чужого рейса. (рис. 2)

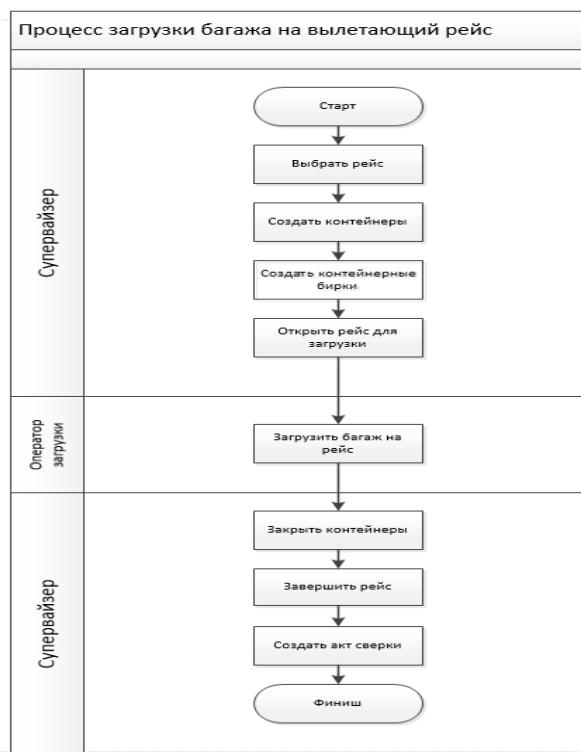


Рис. 2. Процесс загрузки багажа на вылетающий рейс

#### **Б) Обработка багажа прилетающих рейсов и сортировка трансферного багажа**

Перед посадкой прибывающего воздушного судна и остановкой его на стоянке диспетчер погрузки багажа назначает грузчиков на рейс и направляет их на разгрузку багажа.

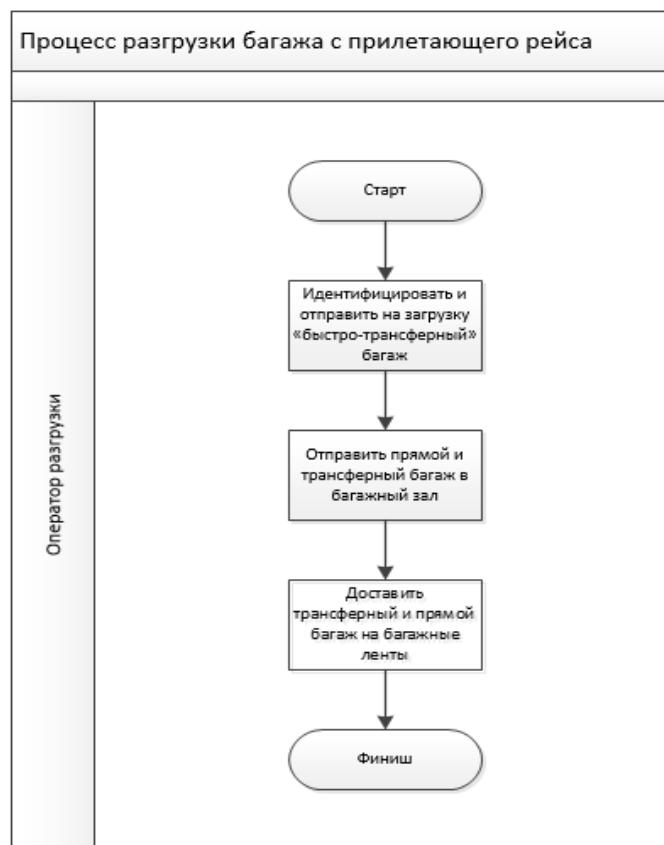
После получения задания на экране считывателя назначенного грузчика заранее отображается вся необходимая информация по рейсу:

- Информация о количестве багажа рейса.
- Информация о количестве трансферного багажа (на основании полученных сообщений ВТМ).
- Информация о стыковочных рейсах трансферного багажа.
- Информация о количестве багажа СИР- и VIP-пассажиров.
- Информация о номере конвейера разгрузки.

Каждый контейнер или единица багажа, снятая с борта воздушного судна и погруженная в тележку, фиксируется грузчиком с помощью мобильного считывателя. Информация о ходе разгрузки

фиксируется в базе данных системе IS-BRS и может быть оперативно просмотрена пассажиром на экране своего смартфона.

В случае снятия с борта контейнера с трансферным или другим багажом (VIP), требующим немедленной сортировки (короткая стыковка), считыватель выдаст звуковой сигнал, предупреждающий грузчика о необходимости сортировки багажа прямо под самолетом. (рис. 3) [5].



**Рис. 3.** Процесс загрузки багажа с прилетающего рейса

### Внедрение BRS в АО МАА и его преимущества

Международный Аэропорт Алматы успешно внедрил систему Amadeus для управления багажом - Amadeus Baggage Reconciliation System (BRS), ускоряющую доставку багажа для 5,7 миллионов пассажиров аэропорта. Внедрение осуществлялось вслед за успешной имплементацией инновационного решения Amadeus ACUS годом ранее. [6]

Система IS-BRS осуществляет реконсилляцию багажа — то есть контроль загрузки багажа с привязкой его к пассажиру, что позволяет исключить ситуацию, когда багаж отправлен без пассажира или отправлен на борту другого воздушного судна.

Багаж, засланный в другую страну — это всегда большой объем бумажной работы и дополнительные траты для аэропорта (хэндлинговой компании) по его возврату. По данным IATA, стоимость отправки засланного багажа в пункт назначения и доставка его пассажиру составляет в среднем 100 \$. Стоимость отправки и доставки пассажиру не погруженного трансферного багажа составляет не менее 60 \$.

Система IS-BRS позволяет минимизировать засылки багажа, увеличить скорость погрузки трансферного багажа и исключить потерю трансферного багажа; кроме того, контроль выполнения технологических операций позволяет увеличить общую эффективность работы с багажом в аэропорту. [5]

Система BRS решает такие задачи, как отслеживание багажа на всех этапах обработки, вплоть до нахождения отдельной единицы багажа в отсеках воздушного судна, своевременная погрузка багажа трансферных пассажиров, информирование пассажира при выдаче багажа, информирование служб аэропорта о снятии багажа с рейса, подведение итогов загрузки и формирование багажной

ведомости, поддерживается как непосредственная загрузка (Bulk load) и контейнерная (ULD), Lost and Found, локализация интерфейса - возможен перевод интерфейсной части, на любой запрошенный язык. (рис. 4,5) [7]



Рис. 4. Процесс загрузки багажа на вылетающий рейс



Рис. 5. Процесс разгрузки багажа с прилетающего рейса

Система контроля загрузки багажа IS-BRS предназначена для отслеживания каждой единицы багажа на всех этапах технологической обработки и обеспечивает гарантированную погрузку багажа только вместе с пассажиром. Благодаря этому система позволяет минимизировать и даже исключить засылки багажа. Система IS-BRS решает следующие основные задачи:

- Отслеживание багажа на всех этапах технологической обработки.
- Своевременная погрузка багажа трансферных пассажиров.
- Информирование пассажира при выдаче багажа.
- Информирование служб аэропорта о снятии багажа с рейса.
- Подведение итогов загрузки и формирование багажной ведомости.

В аэропорту Алматы чуть менее 30 % пассажиров хотят получить информацию о статусе багажа в реальном времени. Система контроля багажа может предоставить такую информацию пассажирам, как статусы багажа:

1. Убывающий багаж

- 1) Багаж, который может быть загружен:

	Готов к предварительной загрузке
	Готов к загрузке

- 2) Загруженный багаж:

LOADED	Загружен
--------	----------

- 3) Багаж, не путешествующий на рейсе:

	Не разрешен к загрузке
	Удален
	Остановлен
	Требуется выгрузка

- 4) Выгруженный багаж:

OFF	Выгружен + Готов к предварительной загрузке
OFF	Выгружен+ Готов к загрузке
OFF	Выгружен+ Остановлен
OFF	Выгружен+ Не разрешен к загрузке
OFF	Выгружен+ Удален
OFF	Выгружен+ Дослан

- 5) Досланный багаж:

	Дослан
--	--------

2. Прибывающий багаж

	В багажном отсеке
	Доставка выполняется
	Доставлен

Каждый пассажир, которого интересует локация багажа, может запросить у местного представителя той или иной авиакомпании, где расположен его багаж или же если потерян багаж обратиться к отделу «Lost and Found».

Современная система учета, обработки и отслеживания каждой единицы багажа пассажиров на вылет/прилет на всех этапах его обработки с применением мобильных сканеров штрих кодов должна отслеживать и безошибочно сортировать сумки, отправлять багаж в нужное место, исключить случаи засланных багажа и его потери, готовить отчетность для авиакомпаний.

Необходимость внедрения BRS требовалась согласно резолюции IATA под №753 "об обеспечении системы учета багажа в аэропортах" начиная с 2018 года.

**Результаты внедрения:** В аэропорту Алматы около 70% пассажиров проходят регистрацию в системе Altea DCS, разработчиком которой является всемирно известная компания Amadeus. Данной системой регистрации и посадки пользуются такие авиакомпании как Air Astana, Asiana, Lufthansa, KLM, МАУ. Эта особенность позволяет данным авиакомпаниям экономить на отправке специальных телеграмм BSM/BMM для корректной работы BRS, т.к. происходит внутренний обмен данных о багаже пассажиров между BRS и Altea DCS.

Внедрение системы BRS в технологический процесс СОПП диктовалось именно этими возможностями, кроме того финансовая составляющая проекта и экономической эффективности

должны были предусмотреть и рассчитать, чтобы система окупила собственную стоимость в течении 1-2 лет. Для этого планировалось увеличить пассажирский сбор для авиакомпаний.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] К.В.Маринцева Классификация средств механизации и автоматизации процессов обслуживания авиапассажиров / Электронная версия на web-сайте [http://https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-sredstv-mehanizatsii-iavtomatizatsii-prosessov-obsuzhivaniya-aviapassazhirov](https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-sredstv-mehanizatsii-iavtomatizatsii-prosessov-obsuzhivaniya-aviapassazhirov)
- [2] Инвестиции в ИТ готовят аэропорты к увеличению пассажиропотока / Электронная версия на web-сайте [http://http://www.sita.aero/ru/content/investitsii-v-itgotovyataeroporty-k-uvelenicheniyu-passazhiropotoka](http://www.sita.aero/ru/content/investitsii-v-itgotovyataeroporty-k-uvelenicheniyu-passazhiropotoka)
- [3] Макарочкин И. Эффективность управления наземным обслуживанием в аэропортах // Журнал «Аэропорт-партнер» 05.02.2016 - Вып. №1 (109) – С. 9-10.
- [4] Собкор. РИВЦ-ПУЛКОВО знакомит с АС КОБРА // Журнал «Аэропорт-партнер» 25.07.2012. – Вып. №5 – С. 31.
- [5] Система контроля загрузки багажа IS-BRS / Электронная версия на web-сайте [http://https://initsys.ru/products/baggage\\_handling/brs/#content-tab-1-0-tab](https://initsys.ru/products/baggage_handling/brs/#content-tab-1-0-tab)
- [6] Аэропорт Алматы улучшает систему обработки багажа благодаря платформе Amadeus BRS / Электронная версия на web-сайте [http://https://www.aex.ru/news/2017/12/25/179433/](https://www.aex.ru/news/2017/12/25/179433/)
- [7] Как в международном аэропорту Алматы минимизировать случаи потери багажа / Электронная версия на web-сайте [http://https://bnews.kz/tu/analysis/reviews/kak\\_v\\_mezhdunarodnom\\_aeroporto\\_almati\\_budut\\_minimizirovat\\_sluchai\\_poteri\\_bagazha](https://bnews.kz/tu/analysis/reviews/kak_v_mezhdunarodnom_aeroporto_almati_budut_minimizirovat_sluchai_poteri_bagazha)
- [8] Международный аэропорт Алматы намерен решить проблему утери багажа / Электронная версия на web-сайте [http://http://www.inform.kz/ru/mezhunarodnyy-aeroport-almaty-nameren-reshit-problemu-uteri-bagazha\\_a3046541](http://www.inform.kz/ru/mezhunarodnyy-aeroport-almaty-nameren-reshit-problemu-uteri-bagazha_a3046541)
- [9] Н.Ш.Альжанова //Инвестиционное проектирование// Учебное пособие/ Алматы: 2004 – с. 90-105.
- [10] Оценка инвестиционных проектов: методы, критерии и показатели эффективности и рисков / Электронная версия на web-сайте [http://https://www.kp.ru/guide/otsenka-investitsionnykh-proektov.html](https://www.kp.ru/guide/otsenka-investitsionnykh-proektov.html)
- [11] Оценка эффективности инвестиционных проектов / Электронная версия на web-сайте [http://https://kudainvestiruem.ru/proekt/ocenka-ehffektivnosti-investicionnyh-proektov.html](https://kudainvestiruem.ru/proekt/ocenka-ehffektivnosti-investicionnyh-proektov.html)
- [12] Дақсовский В. Б., Киселёв В. Б. Совершенствование оценки эффективности инвестиций / В. Б. Дақсовский, В. Б. Киселев // Экономист. — 2009. — № 1.
- [13] Басовский Л.Е., Басовская Е.Н.// Экономическая оценка инвестиций // Учебное пособие/ Москва: 2007 – с.207.
- [14] Инвестиционная деятельность и оценка ее эффективности / Электронная версия на web-сайте [http://http://mydocx.ru/11-66001.html](http://mydocx.ru/11-66001.html)
- [15] Инвестиционная эффективность / Электронная версия на web-сайте [http://http://center-yf.ru/data/ip/investicionnaya-effektivnost.php](http://center-yf.ru/data/ip/investicionnaya-effektivnost.php)

Конакбай З.Е., Асильбекова И.Ж., Абжапбарова А.

#### Жүктөрді бақылау жүйесі - қоліктік кешендердегі BRS

**Резюме.** IS-BRS жолжүкті тиеді бақылау жүйесі технологиялық процестің барлық кезеңдерінде бағаждың әрбір бөлігін бақылауға арналған және жолаушыға жүктің кепілдендірілген жүктелуін қамтамасыз етеді. Осының арқасында жүйе сізге жүкті азайтуға және тіпті алып тастауға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** бағаж, арбалар, жолаушыларды тасымалдау, рейс, бағажды өңдеу.

УДК 685.34.013.2(075,8)

**L.H. Yussupova<sup>1</sup>, S.E. Munasipov<sup>1</sup>, A.R. Sokolovsky<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Taraz State University named after M.Kh.Dulati. Taraz, Kazakhstan

<sup>2</sup>Novosibirsk Branch of the Russian State University. A.Kosygina, Russia)

#### STUDIES OF THE INFLUENCE OF ETHNO-TERRITORIAL FACTORS ON THE DISTRIBUTION OF FOOT SIZES

**Abstract:** The paper presents the results of the study of the feet of different groups of the population. Defined by different dimensional characteristics stop. The characteristics of the distribution of feet in the studied team are revealed. Links have been established between the dimension parameters of stop.

**Key words:** anthropometry, shoes, anthropology, values of correlation, dimensional signs.

Л.Х. Юсупова<sup>1</sup>, С.Е. Мунасипов<sup>1</sup>, А.Р. Соколовский<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

<sup>2</sup>Новосибирский филиал Российского государственного университета им. А.Косыгина, Россия)

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТОП ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА

### Сообщение 1

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ СТОП МУЖСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация** В работе представлены результаты исследования стоп различных групп населения. Определены различные размерные признаки стоп. Выявлены характеристики распределения стоп в исследуемом коллективе. Установлены связи между размерными параметрами стоп.

**Ключевые слова:** антропометрия, обувная колодка, антропология, коэффициенты кореляции, размерные признаки, размерно-полнотный ассортимент.

Комфортность обуви в первую очередь определяется рациональностью формы - размеров колодки - основной технологической оснастки производства [1]. Наряду с этим на удобство обуви существенное влияние оказывают напряженно-деформационное состояние деталей верха и низа [2,3].

На распределение размерных признаков стоп оказывают влияние пол, возраст, национальность, профессия проживание и др.

Большинство исследований последних лет направлено на изучение особенностей типологии стоп населения разных национальностей. Известны разовые, непрерывные и полуунпрерывные методы антропологических исследований [4]. Из них наиболее распространен – разовый метод. Этот метод позволяет разработать стандарты на параметры колодок различных половозрастных групп, закономерности изменения этих параметров в серии, устанавливать размерно-полнотный ассортимент обуви и вносить поправки в ранее разработанные нормативы и стандарты.

По мнению биологов исследования влияния экзогенных и этногенных факторов должны проводиться каждые 10 лет. В Казахстане такие исследования не проводились с 70-х годов прошлого столетия.

В этой связи, проведенные антропометрических исследований стоп различных групп населения является актуальной задачей.

Целью данных исследований стоп являлось:

- определение основных антропометрических параметров стоп;
- определение характеристик распределения стоп в исследуемом коллективе по значениям антропометрических признаков.

- определение связи между размерными параметрами стоп.

Антропометрические исследования стоп мальчиков в возрасте от 11,6-17,5 и мужчин от 17,6-26,5 лет проводились в городах Жамбылской области. Всего было обмерено по 100-125 человек в каждой возрастной группе, что считается достаточным для обеспечения достоверности выборки.

С целью получения более полной информации о формо-размерах стоп населения нами принята программа и методика исследований, предусматривающая вычерчивание габаритного контура и получения размеров по длине, ширине и обхвату стопы [5].

Габаритный контур представляет собой горизонтальную проекцию стопы на плоскость опоры.

Для увеличения точности обмеров на стопе намечают опознавательные точки. В общем случае основными опознавательными точками и размерными признаками стопы в и голени является:

А – наиболее выступающая точка пятки стопы;

Б - наиболее выступающая точка первого или второго пальца;

В – точка сгиба стопы в голеностопном суставе;

Г – точка середины стопы;

П – верхняя точка середины пучков;

АБ – длина стопы – Д (обычно измеряют по осевой линии габаритного контура стопы – А'Б');

А'Р' - расстояние по осевой линии до центра пятки Р'(А'Р'=0,18Д);

А'В' - расстояние по осевой линии до точки В сгиба стопы (А'В'=0,41Д);

А'П' - расстояние по осевой линии до точки середины пучков П'(А'П'= 0,68Д);

$Ш_p$  – ширина пятки;

$Ш_{пуч}$  – ширина пучков;

Высота от опорной поверхности до:

$h_l$  - центра наружной лодыжки;

$O_{пуч}$  – обхват в пучках, т.е. плюснефаланговом сочленении;

$O_c$  – обхват по середине стопы (в подъеме);

$O_k$  – обхват через пятку – сгиб, т.е. точку сгиба стопы В и противоположную ей точку пятки;

$O_{гл}$  – обхват голени в наиболее узком месте;

$O_{ш}$  – обхват голени в наиболее широком месте.

Разработка бланка для проведения антропометрических измерений (БАИ)

На листе чертежной бумаги проводится продольная прямая линия, на которой отмечают точки А и Е ( $AE=310$  мм). На прямой АЕ вправо от точки А откладываются отрезки, равные 210; 220; 230; ... 310 мм (шаг – 10 мм), затем – отрезки, равные  $0,68 \times 210$ ;  $0,68 \times 230$ ; ...  $0,68 \times 310$  (шаг – 6,8 мм) и, наконец – отрезки, равные  $0,5 \times 210$ ;  $0,5 \times 220$ ; ...  $0,5 \times 310$  (шаг – 5 мм). В первом случае крайними точками будут Е и Е', во втором – П и П' и в третьем – С и С'. В полученных точках к оси АЕ восстанавливают перпендикуляры: между точками ПП' – справа от оси; между точками ЕЕ' и СС' – слева от нее. В промежутках между перпендикулярами, лежащими между точками ЕЕ', с шагом 5 мм проводят вспомогательные (короткие) перпендикуляры к оси АЕ. Перпендикуляры обозначают в соответствии с их положением цифрами 210, 220, ... 310. Шкала ЕЕ' называется шкалой длин стоп, шкала ПП' – обхватов в пучках, а шкала ОС' – обхватов в подъеме стопы.

От точки А в направлении точки Е откладывают сдвиги стельки Аа для различных высот каблука  $Aa=0,02D + 0,05h_k$

где  $D$  – длина стопы, мм;

$h_k$  – высота каблука обуви, мм.

В полученных точках  $a_0$ ,  $a_4$  и  $a_8$  в точке А также проводят перпендикуляры.

Построенный таким образом БАИ используют при обмере стоп (рис.1).

БЛАНК для записи антропометрических измерений населения РК		
дата заполнения <> 201 г.		
№	Размерный признак	Значение признака
1.	Длина стопы	
2.	Ширина пучков	
3.	Ширина пятки	
4.	Высота центра наружной лодыжки Обхват в пучках	
5.	Обхват через середину стопы	
6.	Обхват через точку сгиба стопы и пятку	
7.	Обхват голени в наиболее узком месте	
8.	Обхват голени в наиболее широком месте	
9.	Угол отклонения большого пальца	
10.	Рост	
11.		

Шкала длин стоп, мм	
280	E
270	
260	
250	
240	
230	
220	
210	E1

Д	
280	
270	
260	
250	
240	
230	
220	
210	

Шкала обхватов в пучках, мм	
280	P
270	
260	
250	
240	
230	
220	
210	P1

Шкала обхватов через середину стопы, мм	
280	C
270	
260	
250	
240	
230	
220	
210	C1

Шкала обхватов в подъеме стопы, мм	
280	A
270	
260	
250	
240	
230	
220	
210	

Область	
Пол	
Ф.И.О.	
Возраст, дата рождения	
Место рождения:	
А-город	
Б-село	
Национальность:	
отец	
мать	
Домашний адрес	
Профессия	
Патология	
Формула пальцев	
Размер обуви	

Рис. 1. Бланк антропометрических исследований

Методика обмера стопы и голени

При обмере человек должен стоять так, чтобы нагрузка на обе ноги была равномерной. Поверхность опоры должна быть горизонтальной, а голени обеих ног – располагаться перпендикулярно плоскости опоры.

Стопа устанавливается на так, чтобы выпуклая часть пятки касалась катета прямоугольного треугольника, предварительно установленного вершиной прямого угла в точке А (рис.2).

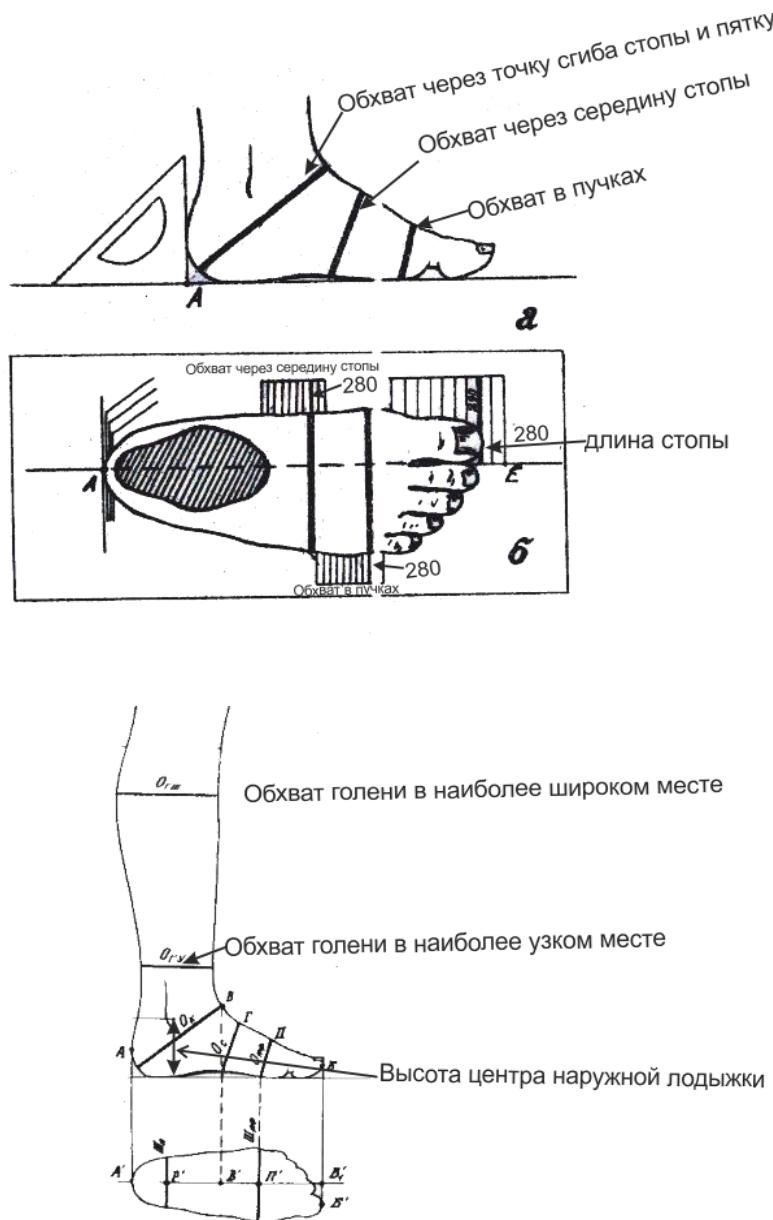


Рис. 2. Методика обмера стоп на населения

Проекция первой межпальцевой точки на БАИ должна совпадать с осью АЕ. В таком положении стопа очерчивается прибором Эрхарда, либо карандашом, расколотым вдоль графитового стержня. Стопа очерчивается в два приема; сначала от наиболее удаленной точки пятки по внутреннему контуру до конца большого пальца; а затем – по наружному контуру до конца большого пальца. Обе линии в начале и в конце должны совпадать. Карандаш при очерчивании необходимо держать перпендикулярно опорной поверхности.

Не сдвигая стопы, с помощью гибкой ленты измеряют обхваты стопы, ориентируя гибкую ленту по делениям шкал обхватов, соответствующим длине стопы, например, если длина стопы  $D=290$  мм, то ленту ориентируют по делениям 290 шкалы обхватов в пучках и шкалы обхватов в подъеме

## • Технические науки

(середина) стопы. Лента располагается перпендикулярно продольной оси АЕ вплотную к обмеряемому участку, но не стягивая его.

Обхваты голени измеряют, ориентируясь на ее топографию (наиболее узкое и широкое места).

После измерения стопу снимают с БАИ и на нем отмечают характер и размеры патологических или морфологических отклонений, другие особенности стопы (мозоли, отклонение большого пальца и другие, а также ее характеристику - полная, отечная, полая и т.п.).

Длину стопы уточняют, измерив ее проекцию на ось АЕ (расстояние А'Е'). Все размеры по ширине стопы получают по контуру ее габарита.

Полученные при обмере данные заносятся в таблицы БАИ: записываются данные общего характера; данные состояния и формы различных отделов стопы; данные, полученные в результате обмера стоп.

Определялись следующие значения размерные признаки стоп: длина стопы ( $D_{ст}$ ); Ширина наружного пучка ( $Ш_{н.п.}$ ); Ширина внутреннего пучка ( $Ш_{в.р.}$ ); обхват через пучки ( $O_{пуч}$ ); обхват середины стопы ( $O_c$ ); обхват через пятку –гиб ( $O_{kr}$ ).

**Таблица 1. Статистические параметры длины и отдельных размеров стоп мужского населения городов Жамбылской области**

Признаки возраст, лет	Длина стопы, $D_{ст}$ (мм)			Ширина наружного пучка, $Ш_{н.п.}$ (мм)			Ширина внутреннего пучка, $Ш_{в.р.}$ (мм)		
	$M \pm m (M)$	$\sigma \pm m (\sigma)$	$V \pm m (V)$	$M \pm m (M)$	$\sigma \pm m (\sigma)$	$V \pm m (V)$	$M \pm m (M)$	$\sigma \pm m (\sigma)$	$V \pm m (V)$
11,6±12,5	251±1,30	17,3±0,9	2,8±0,39	90,0±0,6	13,40±0,4	3,80±0,50	97,0±0,9	15,3±0,7	5,4±0,7
12,6±13,5	255±1,1	18,9±0,8	3,5±0,32	92±0,63	14,9±0,4	5,3±0,48	95±0,71	15,6±0,5	5,9±0,5
13,6±14,5	256±1,66	17,48±0,8	2,92±0,46	94±1,2	15,74±0,9	5,5±0,8	97±1,39	16,24±0,99	6,43±10,1
14,5±15,5	250±1,1	19,4±0,8	3,70±0,36	95,0±0,56	14,6±0,4	4,9±0,42	95±0,6	14,89±0,4	5,1±0,47
15,6±16,5	262±1,68	19,2±0,8	3,40±0,42	97,0±1,1	15,7±0,7	5,8±0,72	101±1,10	15,6±0,70	5,5±0,88
16,6±17,5	269±2,2	19,2±1,6	4,50±0,60	97±1,2	15,8±0,8	6,0±0,92	102±1,22	16,82±0,89	5,9±0,9
17,6±18,5	264±0,78	14,2±0,5	4,6±0,20	98±1,1	16,14±0,8	6,2±0,78	103±101	16,01±0,8	6,3±0,9
18,6±19,5	265±2,4	19,5±1,7	3,9±0,65	97±1,2	15,1±0,9	3,96±0,95	103±0,9	15,56±0,74	4,4±0,7
19,6±20,5	265±2,6	18,4±0,5	4,3±0,58	97±0,6	14,6±0,5	3,79±0,59	104±0,72	14,29±0,52	4,9±0,61
20,6±22,5	265±2,9	19,7±0,9	3,3±0,54	98±0,1	14,64±0,8	4,60±0,76	104±1,2	15,01±0,94	5,2±0,84
22,6±24,5	266±2,6	11,1±1,2	4,3±0,89	98±1,3	15,8±0,89	5,79±0,88	103,5±1,0	15,2±0,78	5,3±0,79
24,6±26,5	265±1,9	19,3±1,3	3,69±0,56	97±1,9	15,40±0,79	5,6±0,80	104±1,09	15,11±0,72	5,4±0,83

**Таблица 2. Статистические параметры обхватных размеров стоп мужского населения городов Жамбылской области**

Признаки возраст, лет	Обхват через пучки, $O_{пуч}$ (мм)			Обхват через середину стопы, $O_c$ (мм)			Обхват через пятку-гиб $O_{kr}$ (мм)		
	$M \pm m (M)$	$\sigma \pm m (\sigma)$	$V \pm m (V)$	$M \pm m (M)$	$\sigma \pm m (\sigma)$	$V \pm m (V)$	$M \pm m (M)$	$\sigma \pm m (\sigma)$	$V \pm m (V)$
11,6±12,5	223±0,68	13,7±0,48	1,6±0,2	233±0,92	17,6±1,2	4±0,9	310±0,89	8,8±1,1	16±0,9
12,6±13,5	227±1,7	16,5±0,2	5,9±0,5	235±1,7	16,6±0,9	5,7±0,5	314±1,5	7,4±1,0	14,6±0,4
13,6±14,5	235±2,1	11,8±0,8	5,02±0,8	244±1,38	12,6±1,2	5,7±0,5	319±1,5	8,8±0,99	14,9±0,77
14,5±15,5	235±1,3	18,5±0,9	6,0±0,5	237±1,8	11,4±0,2	6±0,5	324±2,3	8,8±0,61	15,7±0,5
15,6±16,5	250±2,7	17,9±0,9	5,9±0,76	256±1,1	16,05±0,8	2,79±0,4	340±1,5	9,4±0,51	15,5±0,7
16,6±17,5	250±2,8	17,2±0,9	5,8±0,7	256±2,1	18,8±0,4	7,1±0,1	343±1,8	8,2±0,8	16±0,5
17,6±18,5	254±1,6	17,9±0,8	6±0,78	257±1,21	19,9±0,2	6,3±0,8	347±0,37	10,2±0,8	16,5±0,77
18,6±19,5	256±1,2	19,5±1,9	6,3±0,7	258±1,3	19,2±1,6	6,9±1,1	348±1,8	7,5±1,2	16,9±0,4
19,6±20,5	256±1,7	19,51±0,9	4,9±0,8	258±1,7	19,5±0,9	3,7±0,7	348±1,5	8,6±1,5	15,7±0,7
20,6±22,5	257±0,7	12,1±1,2	5,1±0,8	257±1,9	14±1,3	5,5±0,89	349±1,9	8,6±1,4	16,2±0,9
22,6±24,5	258±1,2	14,4±1,3	5,9±0,8	258±2,7	1,2±1,8	4,7±0,7	350±1,7	7,5±1,21	15,2±0,8
24,6±26,5	259±2,3	16,5±1,4	4,19±0,6	258±2,9	19,4±1,5	4,11±0,6	352±1,8	9,9±1,1	19,9±0,8

Данные полученные в ходе исследований обрабатывались методом вариационной статики с использованием программы Microsoft Excel.

Математическая обработка позволила определить:

Среднее арифметическое ( $M$ );

Среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ );

Коэффициент вариации ( $V$ );

Средние ошибки основных размерных признаков ( $m$ )

Полученные данные приведены в таблице 1.

Табличные данные свидетельствуют о том, что длина стопы мальчиков возрастает равномерно от 251мм до 264мм. Наибольший скачок наблюдается между первой и второй, а также третьей и четвертой возрастной группами +4мм. Рост длины стопы в других возрастных группах находится в пределах +1 -2мм. Колебания длины стоп мужчин между возрастными группами практически не наблюдается.

За исключением последних возрастных групп (1мм).

Среднеквадратичное отклонение этого размерного признака находится в пределах 11,1-19,7.

Коэффициенты вариации находятся в пределах 2,82-4,5 таким образом можно сделать вывод о том, что длина стопы мальчиков интенсивно растет от 11,6 до 15,5 лет и равно +9мм. Затем рост замедляется до 1-2мм в год.

Длина стопы мужчин больше стоп подростков на 1-2 мм.

Ширина наружного пучка мальчиков также интенсивно увеличивается до 16,5 лет и достигает +7мм.

Затем этот параметр как для мальчиков так и мужчин примерно одинаков. Разница колеблется 1-2мм.

Аналогичная картина наблюдается по размерному признаку «ширина внутреннего пучка».

К одному из важных размерных признаков стопы относится «обхват через пучки», определяющий полноту обуви.

Величина этого признака резко изменяется к третьей возрастной группе и составляет +12мм.

Следующий скачок наблюдается в возрасте 16,6-17,5 лет до 15 мм. Затем рост значений размерного признака у мальчиков равен +4мм. У взрослых рост значения обхвата стопы в пучках равномерен и достигает максимум 259 мм.

По размерному признаку «обхват через середину стопы» максимальная разница от первой до последней возрастной группой составляет 25 мм. Наибольший скачок происходит в возрасте 14,6-15,5 лет.

Аналогичные выводы можно сделать по размерному признаку «обхват через пятку-стги».

На основании вышеизложенного можно сделать предложения, что к 15-17годам значения размерных признаков стопы мальчиков приближаются к размерным признакам стоп мужчин.

Но это не означает, что для подростков и мужчин можно выпускать обувь по одному размерно-полнотному ассортименту, так как, среди многомерного пространства размерных признаков каждому индивидуальной группе соответствует самостоятельные сочетания размеров стоп по длине  $D_{ст}$ , ширине  $Ш_i$  и обхвату  $O_i$ .

Это подтверждается многочисленными антропометрическими исследованиями стоп, направленными на решение задач антропометрической стандартизации относительно конкретных групп населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Фукин В.А. Проектирование внутренней формы обуви, М.,МГУДТ, 2014г. -168с.

[2] Ким Ф.И., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р. Методы и технологии моделирования напряженно-деформированного состояния заготовки обуви при формировании – Тараз, ТарГУ Им.М.Х.Дулати, 2009 – 100с.

[3] Белгородский В.С., Костылева В.В., Грошева Н.Н. Моделирование напряженно-деформированного состояния деталей низа обуви. г.Москва, М.,МГУДТ, 2014г. -140с.

[4] Волкова Б.П. и др. Физиология кровообращения, физиология сердца –М., Наука, 1980 – 312с.

[5] Лиокумович В.Х. Конструирование обуви по индивидуальным заказам –М., Легкая и пищевая промышленность, 1984 – 112с.

Юсупова Л.Х., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р.

Қазақстан Республикасы, Жамбыл облысы қала тұрғындарының табандарының антропометриялық зерттеулер нәтижелері

Хабарлама 1

Жамбыл облысы қала тұрғындарының ер азаматтарының табан өлшемдік белгілерін болуді анықтау.

УДК 685.34.013.2 (075,8)

L.H. Yussupova<sup>1</sup>, S.E. Munasipov<sup>2</sup>, A.R. Sokolovsky<sup>3</sup>.

(Taraz State University named after M.Kh.Dulati. Taraz, Kazakhstan  
Novosibirsk Branch of the Russian State University. A.Kosygina, Russia)

## DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DIMENSIONAL SIGNS OF STOP

**Abstract:** The article deals with the population grouping by the form-size of feet. The Association based on the analysis of regression lines is proposed. The grouping of measured by age and developed a rational form-size pads for these population groups.

**Keywords:** anthropometry, anthropometric standard, dimensional typology, standard deviation, regression equations.

Л.Х. Юсупова<sup>1</sup>, С.Е. Мунасипов<sup>2</sup>, А.Р. Соколовский<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан

<sup>2</sup> Новосибирский филиал Российского государственного университета им. А.Косыгина, Россия)

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТОП ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА

### Сообщение 2

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РАЗМЕРНЫМИ ПРИЗНАКАМИ СТОП

**Резюме:** В статье проведено группирование населения по формо-размерам стоп. Предложено объединение на основе анализа линий регрессий. Проведено группирование обмеряемых по возрастам и разработаны рациональные формо-размеры колодок для этих групп населения.

**Ключевые слова:** антропометрия, антропометрический стандарт, размерная типология, среднеквадратическое отклонение, уравнения регрессии, коэффициент корреляции, антропометрический стандарт.

Для минимизации количества формо - размеров колодок и обуви наряду с антропометрическими исследованиями необходимо группирование населения по формо-размерам стоп. То есть из множества возможных вариантов сочетания признаков выбрать лишь несколько типов, которые образуют антропометрический стандарт [1]. Построение размерной типологии требует объединения возрастных групп.

Объединение обмеряемых в возрастные группы возможно с использованием различных подходов [2,3,4].

В одном случае объединение возрастных групп проводится по критерию Моллисона [6,7]. В другой работе [4] возрастные группы объединяют с помощью ошибки среднеквадратичного отклонения. Третьи предлагают осуществить объединение на основе анализа линий регрессий, построенных с учетом сочетаний основных размерных признаков стопы [2].

По мнению ряда авторов [5] в качестве критерия объединения возрастных групп населения необходимо использовать корреляционную зависимость между основными размерными признаками стоп, так как такой подход позволяет сохранить единые пропорции стоп.

В связи с этим, для объединения группами выбран метод анализа линий регрессии для каждой возрастной группы обмеряемых.

Для достижения поставленной цели, необходимо определить коэффициенты корреляции, характеризующие тесноту связи между изучаемыми размерными признаками.

При расчете коэффициентов корреляции по способу моментов были построены корреляционные решетки (рис. 1-5).

Таблица 1. Корреляционная решетка для длины стопы и ширины по наружному пучку

y x	Среднее (x,y)	85-86	87-88	89-90	91-92	93-94	95-96	97-98	99-100	101-102	103-104	105-106	107-108	1	2	3	4	5	6
Среднее (x)	85,5	87,5	89,5	91,5	93,5	95,5	97,5	99,5	101,5	103,5	105,5	107,5	$P_{xy}$	$a_x$	$P_{ax}$	$P_{ax}^2$	$P_{ay}$	$P_{ay}a_y$	
238-242,240	1			1			1						3	-4	-12	48	-9	36	
243-247,245		2	1	1	1		3	1					9	-3	-27	81	-18	54	
248-252,250			2	1	1		1						5	-2	-10	20	-13	26	
253-257,255			1	2	3	3	2	3	1		2		17	-1	-17	17	-6	6	
258-262,260			3	2	2	2	4	5	5			1	24	0		-4	0		
263-267,265			1	1	4	5	5	2	1			10	1	19	19	-16	-16		
268-272,270			1	2	2	3	2		2	2		1	15	2	30	60	-2	-4	
273-277,275					1	3	2			1	1	2	10	3	30	90	12	36	
278-282,280						2		2	3	2			9	4	36	144	12	48	
283-287,285							1	3		1	1		6	5	30	150	10	50	
													6	79	629	34	236		
$P_{xy}$	I	1	2	9	10	14	18	23	18	12	6	4	4	117					
$O_x$	II	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3								
$P_{ax}$	III	-6	-10	-36	-30	-28	-18		16	24	18			34					
$P_{ay}$	IV	36	50	144	90	56	18		16	48	54			676					
$P_{ax}$	V	-4	-6	-5	-6	3	25	3	19	16	20			79					
$P_{ay}a_y$	VI	24	30	20	18	-6	-25		19	32	60			236					

Таблица 2. Корреляционная решетка для длины и ширины внутреннего пучка стопы

y x	Среднее (x,y)	90-91	92-93	94-95	96-97	98-99	100-101	102-103	104-105	106-107	108-109	1	2	3	4	5	6	
Среднее (y)	90,5	92,5	94,5	96,5	98,5	100,5	102,5	104,5	106,5	108,5	$P_{xy}$	$a_x$	$P_{ax}$	$P_{ax}^2$	$P_{ay}$	$P_{ay}a_y$		
238-242,240	1	1			1						3	-7	-12	48	-13	52		
243-247,245	1	2		1	4	1	1				9	-3	-27	81	-27	81		
248-252,250	1		1	1	2						5	-2	-10	20	-17	31		
253-257,255	1		3	4		4	4		1		17	-1	-17	17	-32	32		
258-262,260	2	1	1	4	2	3	8	2		1	24	0		-35				
263-267,265		1	2		5	4	6	1			19	1	19	19	-26	-26		
268-272,270	1		1	2	2	1	3	2	1	2	15	2	30	60	-11	-22		
273-277,275				1	2	3	1	2	1	2	1	10	3	30	90	4	12	
278-282,280					1	1	1	3	1	3	10	4	40	160	11	44		
283-287,285						1		1			3	5	5	25	125	7	35	
											78	320	130	242				
$P_{xy}$	I	7	5	8	12	19	15	27	9	5	10	117						
$O_x$	II	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	-139						
$P_{ax}$	III	-4,2	-25	-32	-36	-38	-15		9	10	30	832						
$P_{ay}$	IV	252	125	288	108	76	15		9	20	90	78						
$P_{ax}$	V	-8	-9	-1	-5	1	12	23	20	11	34							
$P_{ay}a_y$	VI	-48	45	4	15	-2	-12	20	20	22	102	242						

Таблица 3. Корреляционная решетка для длины и обхвата стопы через пучкистопы

$y$	$x$	Среднее( $\bar{x}$ )	230-235	336-241	242-247	248-253	254-259	260-265	266-271	272-277	278-283	284-289	1	2	3	4	5	6
Среднее( $\bar{y}$ )		232,5	238,5	244,5	250,5	256,5	262,5	268,5	274,5	280,5	282,5	$P_{xy}$	$a_x$	$P_{a_x}$	$P_{a_x^2}$	$P_{a_y}$	$P_{a_x a_y}$	
238-242,240	I		1		1		1					3	-4	-12	48	-2	8	
243-247,245	II	3	2	1	2		1					9	-3	-12	81	-12	36	
248-252,250	III			2	1	1	1					5	-2	-10	20	1	-2	
253-257,255	IV	1	1	1	8	3	2	1				17	-1	-17	17	4	-4	
258-262,260	V	2	4	1	5	5	4	2	1			24	0				8	
263-267,265	VI			3	6	5	4	1				19	1	19	19	13	13	
268-272,270	VII		1	3	2	2	2	2	2	1		15	2	30	60	20	40	
273-277,275	VIII			2	1	1	2	2	1			1	10	3	60	90	57	
278-282,280	IX				1	1	2	3	3			10	4	40	160	16	64	
283-287,285	X				1		1				1	1		5	5	25	125	12
													1		78	620	79	272
$P_{xy}$	I		7	8	16	26	20	20	12	5	2	1	117					
$Q_{xy}$	II		-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6						
$P_{a_x}$	III		-21	-16	-16		20	40	35	20	10	6	70					
$P_{a_x^2}$	IV		63	32	16		20	80	108	30	50	38	585					
$P_{a_y}$	V		-14	-5	12	1	20	15	27	12	7	3	78					
$P_{a_x a_y}$	VI		42	10	-12		20	30	81	48	35	18	272					

Таблица 4. Корреляционная решетка для длины и обхвата через середину стопы

$y$	$x$	Среднее( $\bar{x}$ )	231-235	236-240	241-245	243-250	251-255	256-260	261-265	266-270	271-275	276-280	1	2	3	4	5	6
Среднее( $\bar{y}$ )		233	238	243	248	253	258	263	268	273	278	$P_{xy}$	$a_x$	$P_{a_x}$	$P_{a_x^2}$	$P_{a_y}$	$P_{a_x a_y}$	
238-242,240	I	1		1				1				3	-4	-12	48	-7	28	
243-247,245	II	1	2	3	2	1	1					10	-3	-30	90	-27	81	
248-252,250	III	1	1	1		2						5	-2	-10	20	-14	28	
253-257,255	IV	1		2	9	1	2		1			113	-1	-16	16	-28	28	
258-262,260	V	1	2	4	4	2	6	3	2	1		25	0				-25	
263-267,265	VI		2	2	2	5	4	2	2			19	1	10	19	-10	-19	
268-272,270	VII	2	1	2	2	3	1			2	1	14	2	28	56	-8	-12	
273-277,275	VIII			2			3	1	3		1	10	3	30	60	5	15	
278-282,280	IX				2	1	3	2			1	1	10	4	40	160	4	16
283-287,285	X					3	1	1				5	5	25	125	-2	-10	
													74	624	117	155		
$P_{xy}$	I		5	9	16	21	17	23	11	8	4	3	117					
$Q_{xy}$	II		-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5					
$P_{a_x}$	III		-25	-36	-48	-42	-17		11	16	12	12	117					
$P_{a_x^2}$	IV		125	144	144	84	17		11	32	35	48	841					
$P_{a_y}$	V		-10	-2	-7	-1	17	31	16	10	8	9	74					
$P_{a_x a_y}$	VI		50	8	21	2	-20		16	20	24	36	155					

Таблица 5. Корреляционная решетка для длины и обхвата стопы через пятку-сгиб

		Среднее (x)	301-310	311-320	321-330	331-340	341-350	351-360	361-370	371-380	381-390	391-400	1	2	3	4	5	6
Среднее (y)	305,5	315,5	325,5	335,5	345,5	355,5	365,5	375,5	385,5	395,5	$P_{ax}$	$a_x$	$P_{ay}$	$P_{ax}^2$	$P_{ay}^2$	$P_{ayx}$		
238-242,240	1		2								3	-4	-12	48	-5	20		
243-247,245	3	4	2								9	-3	-27	81	-19	57		
248-252,250	1		3	1							5	-2	-10	20	6	12		
253-257,255	1	4	2	7	1	2					17	-1	-17	17	8	8		
258-262,260		3	4	5	11		1				24				4			
263-267,265			7	6	3	2	1				19	1	19	19	3	3		
268-272,270			2	4	2	4	2				15	2	30	60	12	24		
273-277,275				1	7	1			1		10	3	30	90	14	42		
278-282,280				1	1		4	1	1		1	9	4	36	144	20	80	
283-287,285					2		2	2			6	5	30	150	10	50		
											79	629	25	296				
$P_{ax}$	I	8	12	23	27	24	-15	7	1	1	1	1	117					
$O_{ax}$	II	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6							
$P_{ay}$	III	-18	-24	-23		24	-30	21	4	5	6	25						
$P_{ax}^2$	IV	54	48	23		24	-60	63	16	25	36	229						
$P_{ay}^2$	V	-16	-14	-7	22	27	37	19	4	3	4	19						
$P_{ayx}$	VI	48	28	7		27	74	57	16	15	24	296						

Дальнейшая математическая обработка позволила получить уравнения регрессии и графики зависимости между размерными признаками стопы (рис.1-5).

Определение среднеарифметических статистических параметров ( $M_x, M_y$ ) производилось по уравнениям:

$$M_x = A_x + V_{ix} dx \quad (1)$$

$$M_y = A_y + V_{iy} dy \quad (2)$$

$A_x, A_y$  - рабочее начало;

$V_{ix}, V_{iy}$  - момент первой степени;

$d_x$  - интервал по X

$d_y$  - интервал по Y

$$V_{ix} = \frac{\sum P_{ax}}{N}; \quad (3)$$

$$V_{iy} = \frac{\sum P_{ay}}{N} \quad (4) \text{ где}$$

$\sum P_{ax} = \sum P_{ay} = N$  - общая частность

Определение среднеквадратического отклонения  $\sigma$  производилась по уравнениям.

$$\sigma_x = \sigma_x^1 d_x \quad (5)$$

$$\sigma_y = \sigma_y^1 d_y \quad (6),$$

где

$$\sigma_x^1 = \sqrt{V_{2x} - V_{1x}^2} \quad (7)$$

$$\sigma_y^1 = \sqrt{V_{2y} - V_{1y}^2} \quad (8)$$

где

$V_{2x}, V_{2y}$  - моменты второй степени

$$V_{2x} = \frac{\sum P_{ax}^2}{N} \quad (9)$$

$$V_{2y} = \frac{\sum P_{ay}^2}{N} \quad (10)$$

Определение коэффициента корреляции  $N$  проводилось по уравнению:

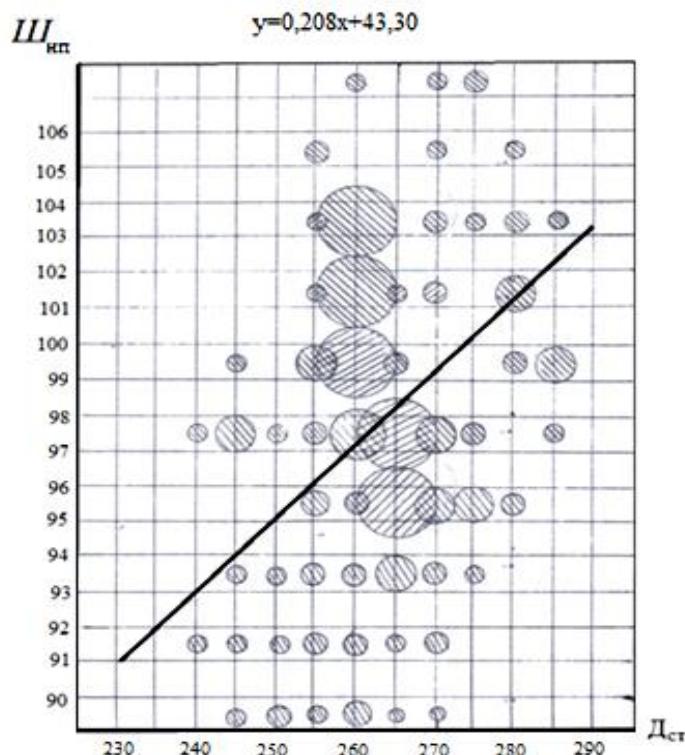
$$r_{1,2} = \frac{V_{1y} - V_{ix} V_{1y}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (11),$$

где

$$Y_{zy} = \frac{P_{ax}a_y}{N} \quad (12)$$

Коэффициент регрессии:

$$R\left(\frac{y}{x}\right) = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot r_{1,2} \quad (13)$$



**Рис.1.** Связь между длиной стопы и шириной по наружному пучку

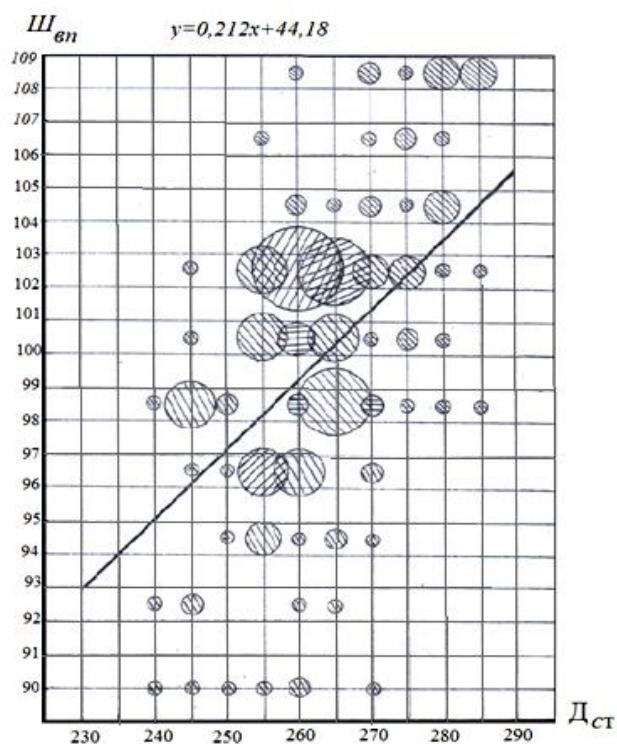


Рис.2. Связь между длиной стопы и шириной по внутреннему пучку

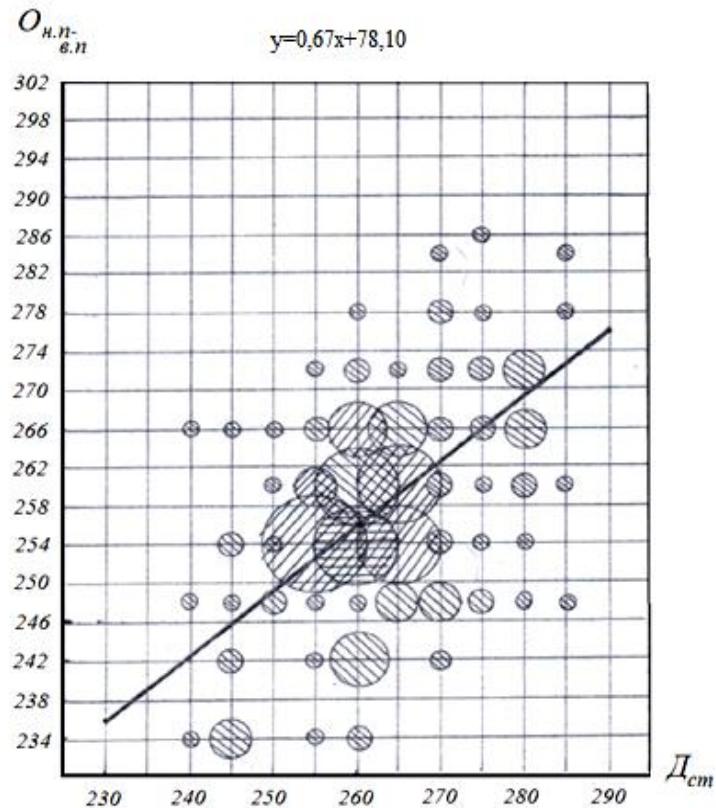


Рис.3. Связь между длиной стопы и обхватом через пучки

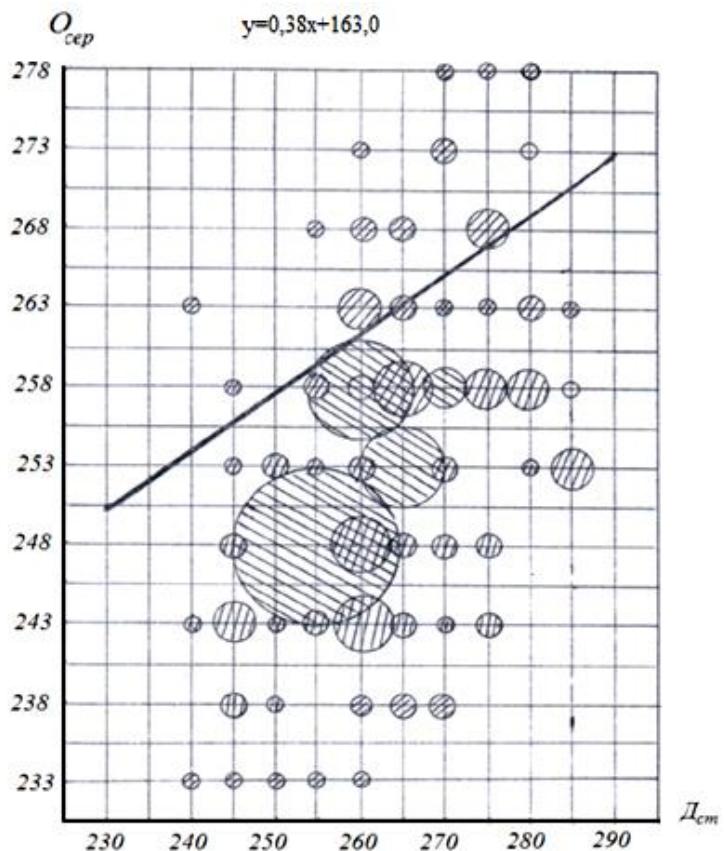


Рис.4. Связь между длиной стопы и обхватом через середину стопы

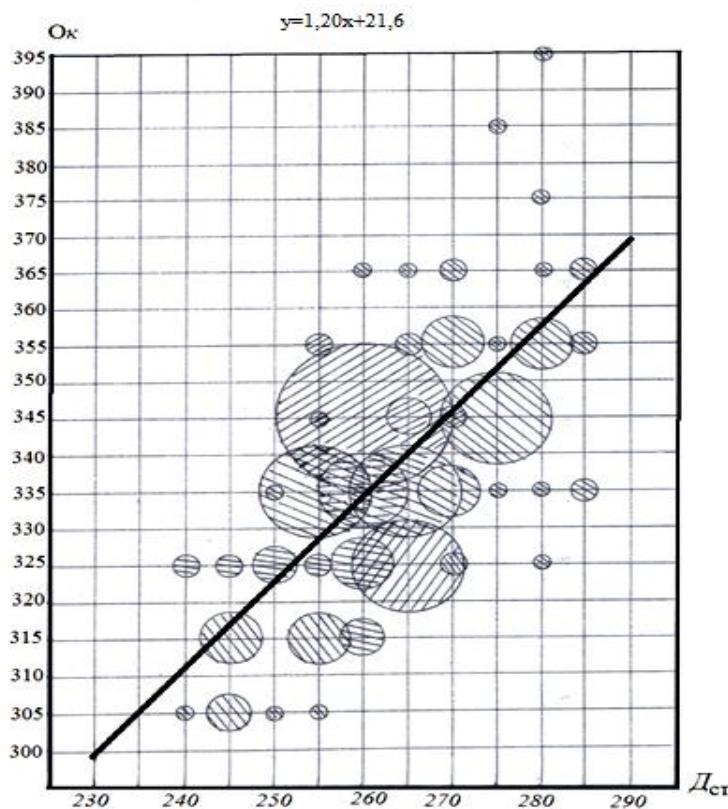


Рис.5. Связь между длиной стопы и обхватом через пятку-сгиб

Результаты расчетов по определению связи между длиной стопы и другими размерными признаками приведены в таблице 7.

Таблица 7. Коэффициенты корреляции и уравнения регрессии

Размерные признаки стоп, $Y$	Длина стопы, $x$	
	$r_{I,2}$	$y = A \left( \frac{y}{x} \right) (x - M_x) + M_y$
Ширина наружного пучка, $III_{н.п.}$	0,40	$y = 0,208x + 43,30$
Ширина внутреннего пучка, $III_{в.п.}$	0,44	$y = 0,212x + 44,18$
Обхват через пучки, $O_{пуч.}$	0,58	$y = 0,670x + 78,1$
Обхват через середину стопы, $O_c$	0,41	$y = 0,380x + 163,0$
Обхват через пятку – сгиб $O_k$	0,85	$y = 1,20x + 21,60$

По табличным данным можно сделать следующие выводы:

- все широтные размеры стопы связаны с ее длиной линейной зависимостью;
- связь между длиной стопы и широтными параметрами выражения умеренно ( $r=0,4-0,44$ ) и описывается уравнением регрессии:

$$III_{н.п.} = 0,208D_{ст} + 43,30(14)$$

$$III_{в.п.} = 0,212D_{ст} + 44,18(15);$$

- связь между длиной стопы и обхвата стопы через пучки выражена – значительно ( $r=0,58$ ) и описывается уравнением регрессии:

$$O_{пуч.} = 0,67D_{ст} + 78,1(16);$$

- связь между длиной стопы и обхвата через середину стопы – выражена умеренно ( $r=0,4$ ) и описывается уравнением регрессии:

$$O_c = 0,38D_{ст} + 163(17);$$

- связь между длиной стопы и обхватом через пятку – сгиб является тесной ( $r=0,85$ ) и описывается уравнением регрессии:

$$O_k = 1,2D_{ст} + 21,6(18).$$

По коэффициентам уравнений регрессии можно вычислить изменения исследуемого параметра при изменении длины стопы на 1 мм. Кроме того, анализ линий уравнений регрессии позволяет провести группирование обмеряемых по возрастам и разрабатывать рациональные формо-размеры колодок для этих групп населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фукин В.А. Проектирование внутренней формы обуви, М., МГУДТ, 2014г. -168с.
- [2] О размерной типологии стоп школьников /Кранс В.М., Кранс В.М., Колесникова М.А., Истомина М.С. –Сборник: Стопа и вопросы построения рациональной обуви –М., ЦИТО, 1980, 7-13с.
- [3] Морофологические особенности детской стопы / Кранев В.М., Колесникова М.А., Луковенко Г.В. –Сборник: Стопа и вопросы построения рациональной обуви –М., ЦИТО, 1980, 4-7с.
- [4] Буй В.Х. Разработка метода получения антропометрических данных и проектирования внутренней формы обуви с использованием цифровых и информационных технологий (На примере антропометрии вьетнамских школьников) к.т.н.-М., МГУДТ, 2006
- [5] Киселева М.В. Разработка рациональной конструкции медицинской профилактической обуви и обуви повышенной комфортности. Дисс.к.т.н.-МГУДГ, 2008г.
- [6] Синева О.В. Разработка внутренней формы детской обуви – Дисс.к.т.н., М, 2003.
- [7] Бараповская И.А. Совершенствование размерного ассортимента детской кожаной обуви. дисс.к.т.н., М, 2003, 147с.

Юсупова Л.Х., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р.

#### Хабарлама 2

Табан өлшемдері арасындағы байластарды анықтау белгілері.

УДК 004.056

**1V. Urazalinov, 1A. Mukhanova, 1M. Makhanov, 2B. Sataev**

(<sup>1</sup>L.N.Gumilyov Eurasian National University Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>2</sup>Joint Stock Company «Energoinform» Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: vilenurazalinov@bk.ru)

#### RISK ASSESSMENT MODEL FOR ORGANIZATIONAL INFORMATION SECURITY

**Abstract.** The article presents a risk assessment model to ensure the information security of the organization. The stages of quantitative risk assessment are described. The proposed risk assessment method combines both qualitative and quantitative assessment methods to correct the weakness of both approaches. This model is expected to address the weaknesses of traditional RA methods and provide significant improvements in terms of information security practices. The proposed model can help organizations manage and evaluate their operational information security. The article also contains information on existing research in this area, however, to expand the risk assessment, it is necessary to conduct additional research, which will include a full cycle of data taken from several enterprises. The conclusion of this article is to offer a combination of qualitative and quantitative methods of information security.

**Keywords:** information security, information security risk assessment, information security risk management, information security threats, information integrity, risk assessment model, information security organization.

**В.О.Уразалинов<sup>1</sup>, А.А.Муханова<sup>1</sup>, М.Маханов<sup>1</sup>, Б.О.Сатаев<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан

<sup>2</sup>АО "Энергоинформ", Нур-Султан

E-mail: vilenurazalinov@bk.ru)

#### МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Аннотация.** В статье представлена модель оценки риска для обеспечения информационной безопасности организации. Описаны этапы количественной оценки риска. Предложенный метод оценки рисков сочетает в себе как качественные, так и количественные методы оценки, чтобы скорректировать слабость обоих подходов.

Ожидается, что данная модель устранит слабые стороны традиционных методов РА и обеспечит существенные улучшения с точки зрения практики обеспечения безопасности информации. Предложенная модель может помочь организациям управлять и оценивать свою оперативную информационную безопасность. Так же, в статье содержится информация по существующим исследованиям в этой области, однако для расширения оценки рисков, необходимо провести дополнительные исследования, которые будут включать полный цикл данных взятых из нескольких предприятий. Выводом данной статья является предложение сочетания качественных и количественных методов обеспечения информационной безопасности.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, оценка рисков информационной безопасности, управление рисками информационной безопасности, угрозы информационной безопасности, целостность информации, модель оценки риска, организация информационной безопасности.

В связи с развитием взаимосвязанных сетей организации ежедневно сталкиваются с рисками информационной безопасности. Следовательно, для организации важно управлять рисками, которые могут поставить под угрозу безопасность их ценной информации [1, 11]. Риски информационной безопасности могут быть определены как следствие неопределенности в отношении целей информационной безопасности. Контроль может снизить риск, уменьшив вероятность события, воздействия или того и другого. Управление рисками информационной безопасности очень важно для бизнеса, государственных учреждений, а также для частных лиц с целью защиты их информации. С тех пор как десять лет назад организации уделяли больше внимания своим информационным ресурсам, не уделяли должного внимания возможным угрозам безопасности, теперь контроль и обеспечение информационной безопасности стало очень важным для существования организаций и получения конкурентного преимущества. Тем не менее, из-за отсутствия надлежащего управления рисками безопасности, было определено, что организации несут финансовые потери и репутационные риски. Следовательно, для управления рисками организациям необходимо оценить риски безопасности для своих ценных активов и спланировать смягчающие меры контроля для устранения этих рисков.

Информационная безопасность оценки рисков представляет собой процесс, обеспечивающий определение и применение соответствующих мер безопасности для удовлетворения ожиданий руководства в отношении безопасной и надежной вычислительной среды. Однако основной проблемой, с которой сталкиваются многие агентства, является выявление и оценка рисков информационной безопасности для их операций. Следовательно, тщательный выбор методов оценки рисков может помочь организациям определить, управлять и оценить риски для своих активов. Некто, кто осведомлен об угрозах информационной безопасности организации, может повлиять на активы организаций и использовать их уязвимости [2]. Некоторые организации практиковали количественный подход к оценкам рисков без надлежащего суждения и понимания предмета. С другой стороны, качественные подходы являются более субъективными, чем количественные методы, поэтому их можно использовать с объективностью или без нее. Сложность состоит в ведении процесса и выборе соответствующих методов мероприятий для систем информационной безопасности, поэтому важно разработать модель оценки рисков, чтобы гарантировать правильную оценку. Хотя модель рисковой оценки (МРО) важна для отрасли, исследования в этой области все еще ограничены. Таким образом, в этой статье делается попытка восполнить этот пробел и предлагается комбинированный метод качественного и количественного анализа для обеспечения информационной безопасности, который приведет к разработке модели и ее применению посредством разработки прототипа прикладной системы МРО. Предлагаемая модель оценки рисков будет включать использование числовых и нечисловых данных в процессе исследования.

Развитие информационных технологий (ИТ) требует интеллектуальных подходов к принятию решений, когда речь идет о защите информационных ресурсов. Использование цифровых данных и развитие информационных систем подвергает бизнес угрозам, которые атакуют активы организации, что может привести к экономическим потерям. Эффективное управление рисками требует анализа вероятностей событий и влияния угроз на информационные активы.

Традиционно информационная безопасность имеет тенденцию концентрироваться на рисках в ИТ, но недавно было установлено, что информационная безопасность является более комплексной, чем одни только информационные технологии, так как она зависит от человеческого фактора. Оценка рисков может быть разделена на три метода, таких как: качественный, полуколичественный и количественный; первый из которых является наиболее используемым, даже если не всегда дает точную математическую модель.

В последние годы информационные системы подвергались риску из-за непреднамеренных ошибок оператора, а также из-за природных и инструментальных катастроф. В основном это связано с соединением компьютеров и доступностью многих людей. Следовательно, количество людей с компьютерными навыками увеличивается, а также с навыками взлома. Управление рисками информационной безопасности является предварительным условием управления информационной безопасностью, оно воспринимается как способ снижения неопределенности и ее последствий. В свою очередь, успешное управление рисками позволяет осмысленно понимать весь профиль безопасности организаций. Успешная ИТ-безопасность требует эффективного процесса управления рисками, который призван обеспечить соответствующую атмосферу электронного бизнеса, поскольку ИТ-системы сталкиваются с высокой степенью рисков [3]. Таким образом, процесс управления рисками безопасности позволяет многим предприятиям работать наиболее экономически эффективным образом, чтобы снизить риски для бизнеса.

Информационная безопасность играет важную роль в управлении рисками организаций, особенно когда существует высокая зависимость от ИТ или цепочка связанных организаций использует ИТ. Таким образом, организациям необходимо оценить эти риски, чтобы убедиться, что соответствующие меры безопасности определены и применены для удовлетворения ожиданий руководства в отношении защищенной и надежной вычислительной среды. Модель оценки рисков является важным этапом управления рисками, который определяет подходящие методы контроля для снижения или устранения рисков. Данный метод классифицируется по следующим четырем шагам:

- 1) Идентификация угроз
- 2) Идентификация уязвимостей
- 3) Определение рисков
- 4) Рекомендации по контролю

Процесс анализа рисков информационной безопасности включает подготовку, идентификацию активов, идентификацию угроз, идентификацию уязвимостей, расчет рисков и другие этапы [13]. Согласно справочникам по информационной безопасности процесс поиска и анализа рисков в информационной безопасности подразделяется на шесть этапов.

*Этап 1.* Определите оценку цели, данные информационной системы, аппаратные и программные активы.

*Этап 2.* Определить процесс оценки и выбрать надлежащие методы и инструменты оценки.

*Этап 3.* Идентификация риска для идентификации активов в рамках оценки, угрозы, уязвимости активов и существующих мер безопасности.

*Этап 4.* Анализ рисков, чтобы проанализировать возможность и последствия угроз и уязвимостей.

*Этап 5.* Оценка результата, составление отчета об оценке риска экспертом.

*Этап 6.* «Контроль рисков» - принять эффективные меры для снижения рисков, чтобы контролировать систему.

Согласно мнению экспертов есть два подхода количественных и качественных методов оценки рисков. Оба подхода имеют свои сильные и слабые стороны, это исследование предлагает объединить оба метода и назвать его комбинированной моделью оценки риска (КМОР) для управления некоторыми ограничениями существующих моделей.

Количественный анализ присваивает числовые значения, полученные из различных источников, как воздействиям на систему, так и вероятностям этого воздействия. Количественный анализ рисков пытается присвоить числовые значения вероятности и влиянию риска, а также затратам и выгодам, связанным с внедрением средств контроля и систем безопасности [4, 12]. Тем не менее, количественная оценка риска состоит из двух основных этапов: анализа риска, который обеспечивает исходные данные для оценки и обработки риска, и оценки риска, которая дает синтетическое выражение уровня риска для каждого фактора риска.

Методы количественной оценки риска безопасности электронной коммерции просто показывают атрибутивное значение, данное для обычного сравнения, которое отличается от реальной вероятности организации риска. Риск определяется как произведение вероятности события угрозы безопасности ( $P$ ) и потенциального воздействия ( $I$ ):

$$\text{Risk} = P*I \quad (1)$$

где Робычно является долей меньше 1, он составляет от  $(0 \leq P \leq 1)$ , тогда как  $I$  может быть присвоено значение в числовом масштабе.  $I$  может быть низким (1-5); умеренным (6-10); высоким (11-15). После расчета риска группа экспертов должна обсудить результаты и согласовать их. Как только

будет достигнут консенсус, итоговый I будет оцениваться на основе компонентов информационной безопасности: конфиденциальности, целостности, доступности, доверия, возможности аудита и удобства использования.

Расширенная процедуру оценки включает в нее экономическую идею, которая состоит из оценки вероятности наступления события и возможных убытков, таких как величина риска, ожидаемая годовая потеря, защитное значение, и возврат инвестиций [9,10]. Следовательно, риск оценивается следующим образом:

$$\text{Risk} = p \times W \quad (2)$$

$$p = F \times V \quad (3)$$

где Risk - значение риска; p - прогнозируемое количество инцидентов, повлекших за собой потерю стоимости активов в определенный период; W- стоимость потери стоимости активов при возникновении одного инцидента; F - частота возникновения угрозы; V - это мера вероятности использования указанной уязвимости данной угрозой.

Тем не менее, количественная модель оценки информационной безопасности может быть затруднена из-за ограничения отслеживания компанией сообщений об инцидентах безопасности. Эта статья принимает сильные стороны количественной модели оценки рисков. Предлагается формула расчета риска, основанная на ранее разработанных методах расчета риска.

Качественный метод оценки рисков анализирует риски с помощью прилагательных вместо использования математики[5,6]. Следовательно, он используется в качестве предварительной оценки для выявления рисков, которые будут оцениваться для получения более подробной информации и анализа. Таким же выявлено, что большинство методов используются с качественными измерениями и это утверждение подтверждается тем фактом, что большинство моделей оценки рисков сегодня выполняются качественным образом. Кроме того, качественные модели для оценки рисков часто предпочтитаются профессионалами по нескольким причинам, таким как восприятие скорости и возможностей применения, доступность и понятность. Таким образом, результаты качественной оценки удовлетворяют целому ряду потребностей, хотя иногда оценка не может быть быстрее или легче. Качественная модель оценки рисков является более субъективной, чем количественная модель оценки рисков, и это может привести к лучшему пониманию бизнеса, а также улучшить коммуникацию между различными департаментами, отвечающими за устойчивость перед рисками. Качественный анализ рисков регулярно предоставляет помощь для дополнительного исследования количественного метода, но он также может предоставить информацию, необходимую для управление рисками. Поэтому ИТ в большей степени связан с качественным подходом модели оценки рисков, поскольку этот подход используется в тех случаях, когда трудно выразить количественные показатели рисков. Таким образом, это исследование принимает качественную модель оценки рисков в качестве субъективного исследования риска, в котором использовалась интервальная шкала для представления вероятности, воздействия, а также риска, при котором каждый интервал обычно представлен нечисловой меткой, такой как низкий, средний и высокий.

В целом, результаты обзора литературных исследований показывают пробелы как в качественных, так и в количественных моделях оценки рисков в организациях связанных с ИТ [7,8,9]. Несмотря на то, что во многих отраслях используются количественные методы оценки риска, использование количественного показателя риска в ИТ-индустрии встречается редко из-за отсутствия данных и подробного объяснения рисков. Интенсивные количественные измерения в методах оценки рисков не являются общими для анализа рисков информационной безопасности, и они не являются общими для современной организации. Поэтому, выводом данной статьи является предложение сочетания качественных и количественных методов обеспечения информационной безопасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Richardson R. CSI Computer Crime and Security Survey // Computer Security Institute, New-York, 2011, 1-42.
- [2] Salkind N. J. Exploring research // Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2009.
- [3] Bowman W. The economic value of volunteers to nonprofit organizations // Nonprofit Management and Leadership, 2009, 490-504.
- [4] Bojanc R. Towards a standard approach for quantifying an ICT security investment // Computer Standards & Interfaces, 2008, 201– 222.

- [5] Амирбай А., Муханова А.А. Расчет рисков на основе объективных оценок для уязвимости информации в компьютерной системе предприятия // «Российская наука в современном мире». XVII Международная научно-практическая конференция. - Москва, 2018. - С. 140-142.
- [6] Муханова А.А., Идрисова И.А., Тұрымтай Ж.Б. Методика оценки рисков информационной безопасности // Труды IV международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан-2050». - Астана, 2017. - С.376-379.
- [7] A. Fedotov, A. Mukhanova. Vulnerability Classification of Information Security in Corporate Systems // International Journal of INFORMATION (Indexed by Scopus, JDream, Mathematical Reviews, Zentralblatt MATH, ProQuest, Swets, EBSCO). – 2014. - Vol.17, No.1.- pp.219-228.
- [8] Федотов А.М, Тусупов Д.А., Муханова А.А. Применение метода аналитических сетей для оценки системы информационной безопасности //Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050»: материалы международной конференции. - Астана, 2014.- С.544-546.
- [9] Федотов. А.М., Ревнивых А.В., Муханова А.А., Классификация угроз и уязвимостей информационной безопасности в корпоративных системах. // Вестник. Серия информационных технологий.– Новосибирск: НГУ, 2013. - Т.11. В. 2. – С.55-72.
- [10] Боранбаев С.Н., Нурушева А.М., Ерсаханов К.Б. «Современное состояние и дальнейшее развитие информационной безопасности в Республике Казахстан». Хабаршы-Вестник Евразийского национального университета им.Л.Н.Гумилева №4 (119), Астана, 2017. – С. 52-62.
- [11] Боранбаев С.Н., Нурушева А.М. «Информационная безопасность и надежность информационных систем и информационно-коммуникационных инфраструктур». Труды V Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050» – Астана: ЕНУ, 2018, с. 308-310.
- [12] А.С. Боранбаев, С.Н. Боранбаев , А.М. Нурушева , К.Б. Ерсаханов. «Подходы, методы и инструментальные средства по обеспечению надежности функционирования информационных систем». ВЕСТНИК КазНИТУ № 6 (130), Алматы, 2018. Стр 153-158.
- [13] С.Н. Боранбаев , А.М. Нурушева. «Методы повышения надежности информационных систем и исследование глобального индекса кибербезопасности Казахстана» ВЕСТНИК КазНИТУ № 5 (129), Алматы, 2018. Стр 330-335.
- [14] Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2017 года №407 «Об утверждении Концепции кибербезопасности»
- [15] Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 декабря 2016 года № 832 «Об утверждении единых требований в области информационно-коммуникационных технологий и обеспечения информационной безопасности»
- [16] Закон Республики Казахстан от 24 ноября 2015 года №418-V «Об информатизации»

Уразалинов В.О., Муханова А.А., Маханов М., Сатаев Б.О.

**Ұйымның ақпараттық қауіпсіздігі үшін тәуекелдерді бағалау моделі**

**Түйіндеме.** Макалада ұйымның ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін тәуекелдерді бағалау моделі берілген. Тәуекелді сандық бағалау кезеңдері сипатталған. Ұсынылған қауіп-қатер әдісі екі тәсілдің әлсіздігін түзету үшін сапалық және сандық бағалау әдістерін бірліктіріді. Бұл модель RA-дың дәстүрлі әдістерінің әлсіз жақтарын жоюға және ақпараттық қауіпсіздік практикасы тұрғысынан айтартылғатай жетілдіруге мүмкіндік береді деп күтілуде. Ұсынылған модель ұйымдарға жедел ақпараттық қауіпсіздікті басқаруга және бағалауга көмектеседі. Макалада сонымен қатар осы саладағы бар зерттеулер туралы ақпарат бар, алайда тәуекелдерді бағалауды кеңейту үшін бірнеше кәсіпорындардан алынған мәліметтердің толық циклын қамтитын қосымша зерттеулер жүргізу қажет. Корытындысы болып ұсыныс үйлесімділігі, сапалық және сандық әдістерін, ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету табылады.

**Кілттік сөздер:** ақпараттық қауіпсіздік, ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін бағалау, ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін басқару, ақпараттық қауіпсіздікке қауіптер, ақпараттық тұтастық, тәуекелді бағалау моделі, ақпараттық қауіпсіздікті ұйымдастыру.

УДК 621.3.01

**Y.S Kotov, V. Vyatkin\***

(Karaganda State Technical University, Department of Automation of Production Processes

\*Aalto University, Helsinki, Finland

E-mail: [kotov1988@mail.ru](mailto:kotov1988@mail.ru))

## SIMULATION OF TRANSIENT PROCESSES IN A HIGH-VOLTAGE SUBSTATION IN AN OPEN COAL MINE

**Abstract.** Transients arising in various operating modes of mining electrical equipment can have a negative impact on both the electrical equipment itself and its protection, diagnostics and monitoring systems. This article describes the simulation of transient processes occurring in various operating modes of a high-voltage substation of an open coal mine. The resultant voltage waveforms taken both during planned outages and during emergency ones are presented. Based on the results obtained, recommendations are given to increase the noise immunity of microprocessor equipment, as well as to extend the life of power electrical equipment and electrical devices.

**Key words:** Monitoring, interference, switching overvoltage, transients, substation.

**Е.С. Котов, В. Вяткин\*,**

(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан.

\* Университет Aalto г. Хельсинки, Финляндия

E-mail: [kotov1988@mail.ru](mailto:kotov1988@mail.ru))

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ПОДСТАНЦИИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

**Аннотация.** Переходные процессы, возникающие в различных режимах работы горного электрооборудования, могут оказывать негативное влияние как на само электрооборудование, так и на системы защиты диагностики и мониторинга. В данной статье представлено описание имитационного моделирования переходных процессов, возникающих при различных режимах работы высоковольтной подстанции угольного разреза. Показаны результирующие осциллограммы напряжения, снятые как при плановых отключениях, так и при аварийных. На основании полученных результатов даны рекомендации по увеличению помехозащищенности микропроцессорного оборудования, а также продления срока службы силового электрооборудования и электрических аппаратов.

**Ключевые слова:** Мониторинг, помехи, коммутационные перенапряжения, переходные процессы, подстанция.

### Введение

В настоящее время активно внедряются системы удаленного мониторинга режимов работы горного электрооборудования, обеспечивающие значительный рост эффективности технологического процесса добычи угля за счет постоянного контроля параметров электропотребления, технологических защит, а также параметров режимов работы электрооборудования. Анализ полученных графиков потребляемой мощности, позволяет оценить, насколько эффективно используется данное электрооборудование [1].

Электроснабжение угольного разреза представляет собой разветвленную многокилометровую сеть воздушных линий электропередачи, трансформаторных подстанций на различное напряжение, комплектно-распределительных устройств, электрических аппаратов, а также потребляемого электрооборудования, включающего в себя экскаваторы, буровые машины, водоотливные установки, насосные станции и другое специализированное оборудование [2, 3].

Одной из наиболее важных проблем, возникающих в процессе эксплуатации систем удаленного мониторинга режимов работы электрооборудования, является коммутационное перенапряжение, являющееся коммутационной помехой. Перенапряжение возникает в момент переключений, в частности происходящих на подстанции. Многократное перенапряжение является причиной сокращения срока службы электрооборудования, а также возникающих сбоев при работе микропроцессорных систем диагностики и защиты. Исследование коммутационных помех является неотъемлемой частью разработки помехозащищенных систем мониторинга.

## Основная часть

Коммутационные помехи, образующиеся в результате возникновения переходного процесса в электрической сети, оказывают пагубное влияние на работу системы удаленного мониторинга режимов работы электрооборудования, как в целом, так и на различные ее части. Так процесс коммутации может влиять на работы микропроцессорных блоков, а также систему передачи информации. Коммутационные помехи возникают в результате изменения характера нагрузки.

В электрических сетях, распределительных устройствах, а также цепях электрооборудования причинами электромагнитных воздействий, оказывающих пагубное влияние на автоматические и автоматизированные системы технологического управления электротехническими объектами согласно [4] являются:

- Переходные процессы, возникающие в цепях высокого напряжения в момент коммутации силовых выключателей;
- переходные процессы, возникающие в цепях высокого напряжения при работе в аварийных режимах, в том числе при возникновении коротких замыканий;
- электрические и магнитные поля, создаваемые силовым оборудованием станций и подстанций;
- быстрые переходные процессы при коммутациях в индуктивных цепях низкого напряжения при работе электрооборудования собственных нужд подстанций;
- переходные процессы при грозовых разрядах непосредственно вблизи объектов мониторинга;
- разряды статического электричества.

Для исследования коммутационных помех, возникающих при включении и отключении высоковольтных выключателей, проведем имитационное моделирование. Виртуальную модель построим в пакете MatLab на основе однолинейной схемы электроснабжения угольного разреза.

Общая имитационная модель подстанции представлена на рисунке 1. Для удобного восприятия модели в целом, были разработаны отдельные блоки модели:

- блок подстанции (35/6), содержащий в себе вакуумные выключатели подстанции;
- блок высоковольтных линий (Line), содержащий в себе воздушные линии электропередач, с параметрами, подобранными по справочным данным;
- блок электрооборудования (EKG, ESH), содержащий в себе модели электродвигателей экскаваторов, выступающих в качестве основной нагрузки.

Напряжение на трансформатор поступает с источника трехфазного переменного напряжения. Далее на блок подстанции, управление выключателями которого происходит с помощью единичных ступенчатых воздействий (Time), запускаемых в определенное время. Напряжение передается по линиям электропередачи (Line), на соответствующие ЯКНО (ячейка карьерная наружной установки). Управление выключателями ячеек происходит также с помощью единичных ступенчатых воздействий (Time). Далее напряжение поступает на электрооборудование (EKG, ESH), основными электропотребителями которого являются асинхронные или синхронные электродвигатели.

Для создания виртуальной модели, приближенной к реальной, необходимо произвести нужные расчеты схемы замещения, на основании справочных и каталожных данных установленного электрооборудования.

Расчет параметров схемы замещения трансформатора ТМ-100000 кВА 35/6, а также расчет параметров схемы замещения высоковольтных линий произведен по методике, описанной в [5]. Расчет параметров схемы замещения электродвигателей произведен по методике, описанной в [6,7].

Для сравнения показателей переходного процесса при коммутации мощной нагрузки в виде синхронного двигателя проведем виртуальные эксперименты. Сравним коммутационные процессы, возникающие при включении и при отключении нагрузки.

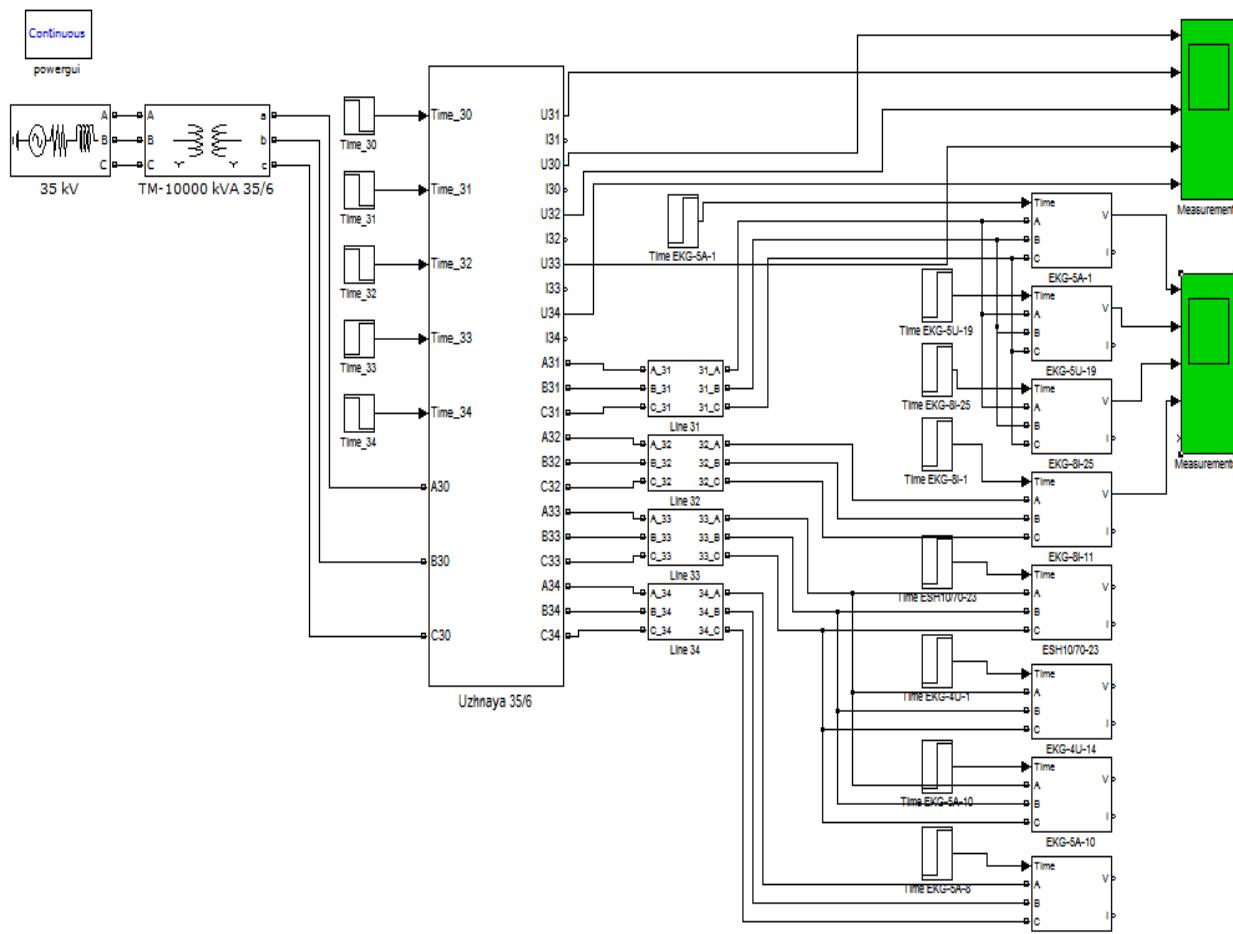


Рис. 1. Общая имитационная модель подстанции

На рисунке 2 представлена осциллограмма сигналов, снятая в процессе виртуального эксперимента №1. Эксперимент показывает влияние процесса коммутации, возникающей при подключении нагрузки в виде синхронного электродвигателя мощностью 1250 КВт.

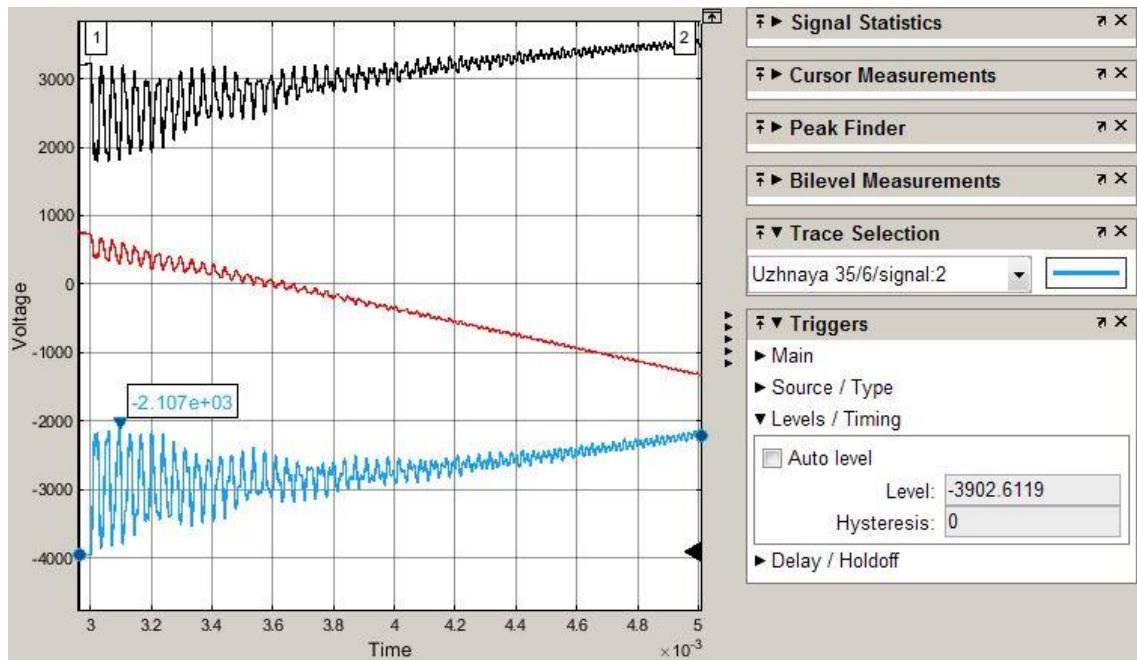


Рис. 2. Переходной процесс, возникающий на фидере в момент подключения нагрузки

Как видно из представленной осциллограммы и проведенных расчетов частота помехи, возникающей вследствие подключения мощного синхронного электродвигателя, составляет 27 КГц. Изменение амплитуды сигнала на различных фидерах подстанции составляет около 1795 вольт.

На рисунке 3 представлена осциллограмма сигналов, снятая в процессе виртуального эксперимента №2. Эксперимент показывает влияние процесса коммутации, возникающей при аварийном отключении нагрузки в виде синхронного электродвигателя мощностью 1250 КВт.

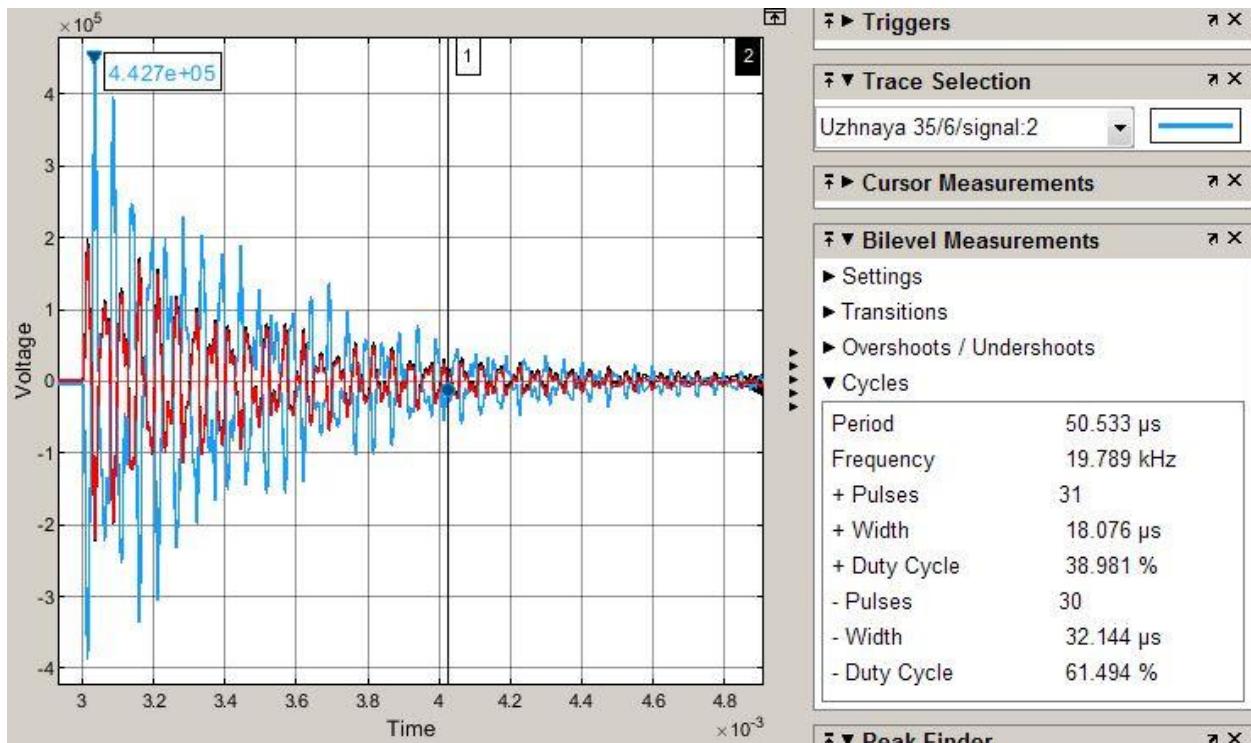


Рис. 3. Переходной процесс, возникающий на фидере в момент отключения нагрузки

При отключении синхронного двигателя возникает коммутационное перенапряжение за счет индуктивных токов. Перенапряжение проявляется в виде затухающих колебаний с частотой около 20 кГц. На основании первого закона коммутации [8] ток в цепи не может измениться скачкообразно, то есть ток до коммутации, равен току после коммутации. Также, согласно закону электромагнитной индукции [9], доля напряжения сети, уравновешивающая ЭДС самоиндукции, находится по формуле (1):

$$U = L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

где  $L$  = индуктивность,  $di/dt$  - скорость изменения тока.

Отсюда следует, что даже при малых токах могут возникать опасные перенапряжения, за счет очень короткого времени переходного процесса. Это подтверждается проведенным экспериментом. Как видно из рисунка 3 в начале переходного процесса амплитуда по одной из фаз достигает значения 442,7 киловольт, при времени переходного процесса около 2 миллисекунд.

Также при масштабировании сигнала (рисунок 4) можно наблюдать точную форму сигнала, различную амплитуду на разных фазах, а также минимальный фазовый сдвиг между двумя фазами. Это объясняется несимметричностью нагрузки, а также различным временем отключения отдельных фаз (данное свойство присуще вакуумным выключателям).

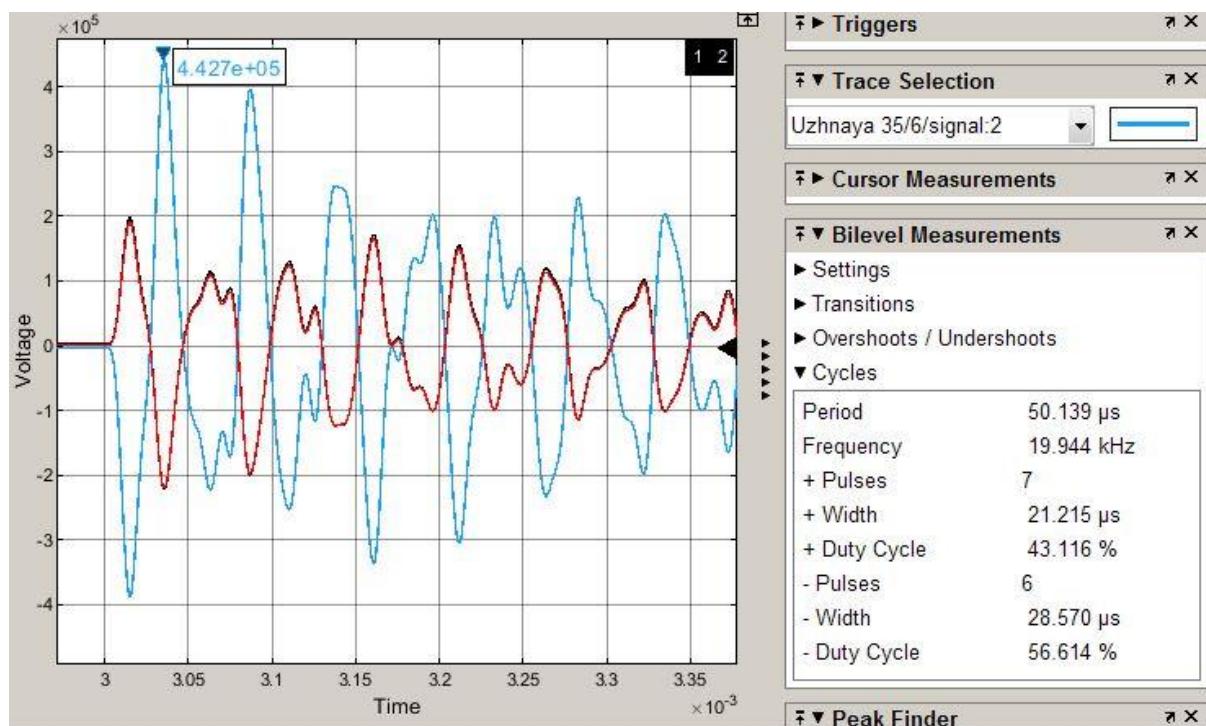


Рис. 4. Форма сигнала возникающего перенапряжения

### Заключение

Оценивая результаты виртуального эксперимента, можно сделать следующие выводы. Влияние коммутационных процессов возникающих при подключении нагрузки в уже работающую сеть оказывает меньшее влияние на микропроцессорные блоки систем мониторинга, а также на процесс передачи информации, в отличие от аварийного отключения нагрузки. Это связано с возникновением коммутационного перенапряжения, за счет процессов, протекающий в межконтактном промежутке вакуумных выключателей.

Для продления срока службы силового электрооборудования и электрических аппаратов, необходимо уменьшать амплитуду перенапряжения. Для уменьшения амплитуды перенапряжения рекомендуется применение ограничителей перенапряжения, а также RC цепей.

Для увеличения помехоустойчивости систем мониторинга режимов работы электрооборудования, рекомендуется применение определенного периода опроса. Применение систем мониторинга с энергонезависимой памятью, позволяет отключать процесс передачи информации во время возникновения коммутаций. Передачу необходимо производить только в установленныхся режимах.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Breido, I.; Sichkarenko, A.; Kotov, Y. (2016). Remote monitoring systems for high-voltage substations and mining machines at open pit coal mines. Journal of Mining Science. No. 5 2016. Pages 919-926. ISSN: 1062-7391 (Print) 1573-8736 (Online). Novosibirsk, Russia
- [2] Назаров А.И. Выбор электрического оборудования. Справочно-методическое пособие. — Кировск: ХТК, 2016. – 59 с.
- [3] Bialobrzeskyi O. Power components of electric energy for technical and commercial electricity metering / D. Rod'kin, A. Gladyr // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2018. - № 2. - С. 70–79
- [4] Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Назметдинов Ф.Р., Набиев И.И. Повышение помехоустойчивости электронных средств при электромагнитных воздействиях по сети электропитания. ЖУРНАЛ РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ, N6, 2015
- [5] Костюченко Л.П. Имитационное моделирование систем электроснабжения в программе MATLAB: учеб. пособие / Л.П. Костюченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 215 с.
- [6] Пантель О. В. Методика расчета параметров асинхронного двигателя для моделирования режимов его работы в среде Matlab/Simulink // Научно-методический журнал Academy, 2015. № 2 (2), С. 7-11
- [7] Меркульев Г.В., Шаргин Ю.М. Устойчивость энергосистем. Расчеты. Файлы. Академическая и специальная литература. НОУ "Центр подготовки кадров энергетики", 2006. - 300c

[8] Миленина С.А., Электротехника : Учебник и практикум для СПО./ под ред. Н.К. Миленина. - 2е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство Юрайт. 2019. - 263 С.

[9] Мякишев В.М., Жеваев М.С. Переходные процессы в линейных электрических цепях (в примерах). - 2 изд. - М: ИНФРА-М, 2018.

Котов Е.С., Вяткин В.

**Көмір карьерінің жоғары вольтты подстанциясы мысалында өтпелі процестерді имитациялық модельдеу**

**Түйіндеме.** Тау-кен электржабдықтарының әртүрлі жұмыс режимдерінде пайда болатын өтпелі процестер Электржабдықтардың өзіне де, диагностика мен мониторингті корғау жүйесіне де теріс әсер етуі мүмкін. Бұл мақалада көмір карьерінің жоғары вольтты қосалқы станциясының әр түрлі жұмыс режимдерінде пайда болатын өтпелі процестерді Имитациялық модельдеу сипаттамасы берілген. Жоспарлы ажыратулар кезінде де, апatty кезде де алынған кернеудің нәтижелік осциллографмалары көрсетілді. Алынған нәтижелер негізінде микропроцессорлық жабдықтың кедергіден қоргалуын арттыру, сондай-ақ күштік электр жабдықтары мен Электр аппараттарының қызмет ету мерзімін ұзарту бойынша ұсыныстар берілді.

**Түйінді сөздер:** Мониторинг, кедергілер, коммутациялық асқын кернеу, өтпелі процестер, қосалқы станция.

МРНТИ:50.47

УДК:64.011.56:004.42:556.02(045)

**<sup>1</sup>K. Kadirkulov, <sup>1</sup>A. Ismailova, <sup>1</sup>G. Soltan, <sup>2</sup>A.Mukhanova, <sup>2</sup>M. Makhanov**

(<sup>1</sup>S.Seifullin Kazakh Agricultural Technical University,

<sup>2</sup>Eurasian National University named after L.N. Gumilev,

Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail:kkuanysh@gmail.com)

## **AUTOMATION OF IDENTIFICATION OF DECLINING THE LABORATORY STUDIES RESULTS**

**Abstract.** This article describes a solution for the automatic identification of deviations of laboratory results from normative values through full integration with medical laboratory equipment. Integration use the protocols HL7 (Health Level Seven) [1], ASTM (American Society for Testing and Materials) [2]. This solution used for comprehensive automation of medical laboratories.

**Key words:**laboratory information system, LIS, HL7, ASTM, integration with laboratory equipment, automation of medical laboratories, information systems

**<sup>1</sup>К.К. Кадиркулов, <sup>1</sup>А.А. Исмаилова, <sup>1</sup>Г.Ж. Солтан, <sup>2</sup>А.А. Муханова, <sup>2</sup>М.Маханов**

(<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Нур-Султан, Республика Казахстан

E-mail:kkuanysh@gmail.com)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОТКЛОНЕНИЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Аннотация:** В статье представлено решение по автоматической идентификации отклонений результатов лабораторных исследований от нормативных величин путем полноценной интеграции с медицинскими лабораторными оборудованием. Интеграция производится путем использования протоколов HL7 (англ. Health Level 7 — «Седьмой уровень») [1], ASTM (англ. American Society for Testing and Materials – «Американское общество по испытанию материалов») [2]. Данное решение применяется при комплексной автоматизации медицинских лабораторий.

**Ключевые слова:** лабораторная информационная система, ЛИС, HL7, ASTM, интеграция с лабораторным оборудованием, автоматизация медицинских лабораторий, информационные системы

**Введение.** Государственная программа «Цифровой Казахстан» реализуемая в период с 2018 по 2022 гг. является стратегической комплексной программой, которая нацелена на повышение уровня

жизни населения страны за счет использования цифровых технологий [3]. В рамках программы уделяется особое внимание на широкомасштабную реализацию электронного паспорта здоровья населения Республики Казахстан, где автоматизация клинико-диагностических лабораторий (далее - КДЛ) занимает немаловажную роль. Чаще всего Каждая КДЛ оснащается автоматическими и полуавтоматическими лабораторными анализаторами, а именно гематологическими, биохимическими, иммунологическими, где автоматические анализаторы имеют возможность производить до 300 анализов в час, в зависимости от модели и характеристик оборудования. И как показывает практика, не все КДЛ имеют автоматизацию и централизованное хранение данных, то есть каждый результат лабораторного исследования остается на локальных хранилищах анализатора. Соответственно, результаты анализов выдаются на стандартных бланках анализатора (чаще всего на английском языке) или же результаты переписываются на бумажный носитель, что может привести к ошибкам человеческого фактора, разночтения показателей и потери данных. В рамках программы «Цифровой Казахстан», а именно в части лабораторных анализов электронного паспорта здоровья населения необходимо осуществить комплексную автоматизацию рутинных процессов КДЛ с внедрением лабораторной информационной системы (далее - ЛИС), с помощью которой производится автоматизация процессов от регистрации до выдачи результатов.

Решение, описанное в данной статье, является программным модулем ЛИС, по автоматизации взаимодействия с лабораторным оборудованием и автоматическому выявлению отклонений от нормативных данных.

**Алгоритм реализации.** Реализация данного решения состоит из двух этапов:

- 1) Этап 1 – разработка гибкого драйвера, для работы с лабораторным оборудованием;
- 2) Этап 2 – разработка обработчика по обратке получаемых данных и их интерпретация по выявлению отклонений.

**ЭТАП 1.** Основной целью данного этапа является разработка программного драйвера, который будет взаимодействовать с лабораторным оборудованием по протоколам HL7, ASTM.

**HL7** является международным стандартом обмена, управления и интеграции электронной медицинской информации и имеет очень обширную библиотеку сообщений [4]. Сообщения между лабораторным оборудованием и хостом (компьютерное оборудование или сервер интегрируемый с лабораторным оборудованием) имеют строгую структуру и набор ключевых параметров, которые описывают тело сообщения. Для взаимодействия с лабораторным оборудованием достаточно использовать ограниченный набор ключевых параметров, такие как MSH – сегмент сообщения заголовка инициализации, после которого одна из сторон ожидает подтверждения получения сообщения; MSA – сегмент заголовка сообщения подтверждения получения ранее отправленного запроса; OBR – сегмент сообщения, содержащий информацию о пациенте; OBX – сегмент сообщения, содержащий результат исследования; ORU – сегмент сообщения определяющий что сообщение является результатом лабораторного исследования; ACK – сегмент сообщения по подтверждению получения сообщения одним из сторон (оборудование, хост); QRY – сегмент сообщения запроса от оборудования к хосту подключения для получения перечня исследований для выполнения; QRD – сегмент сообщения запроса, содержащий информацию о конкретной пробе, по которой хост должен вернуть перечень исследований необходимой к выполнению; QAK – сегмент сообщения обозначающий подтверждение запроса; QCK – сегмент сообщения по отправке ответа на запрос команды QRY, о подтверждении получения сообщения; DSR – сегмент сообщения ответа на запрос, определяющий что сообщение содержит перечень исследований необходимых для выполнения; DSP – сегмент сообщения содержащая информацию о пробе и исследованиях для выполнения; DSC – сегмент сообщения содержащая информацию о количестве проб.

Схема взаимодействия выглядит следующим образом (рисунок 1):

Получение результатов:

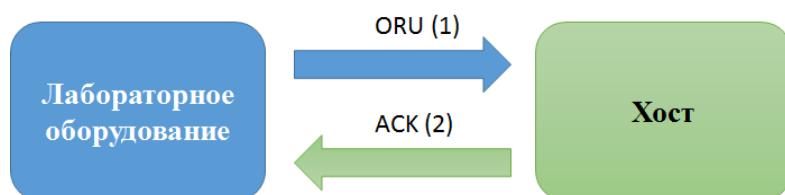


Рис. 1. Схема взаимодействия

На рисунке 2 отражен набор данных в формате HL7.

```
MSH|^~\&|||||20191101153356||ORU^R01|1|P|2.3.1||||0||ASCII|||
PID|90000235||||||O|||||||||||||||||||
OBR|90000235|1|^N|20191101140240|20191101140233|20191101140233|200001^1||||20191101140233|
OBX|1|NM||FT3|2.22|pg/mL|-|N|||F||2.217192|20191101145501|||0||
OBX|2|NM||FT4|0.88|ng/dL|-|N|||F||0.877349|20191101144431|||0|
OBX|3|NM||T3|0.77|ng/mL|-|N|||F||0.765905|20191101144601|||0|
```

Рис. 2. Данные в формате HL7

Ответ анализатору для подтверждения получения данных производится по следующему формату (Рисунок 3):

```
MSH|^~\&|||||20191101153256||ACK^R01|2|P|2.3.1||||0||ASCII|||
MSA|AA|2|Message accepted|||0|
```

Рис. 3. Формат ответа подтверждения получения данных

Запрос на выполнение лабораторных исследований (рисунок 4.):

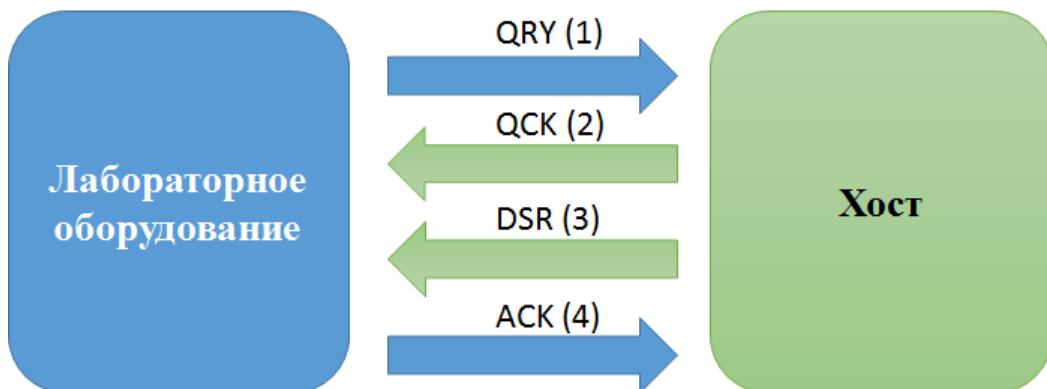


Рис. 4. Схема запроса лабораторного оборудования

Формат запроса лабораторного оборудования к Хосту (рисунок 5):

```
MSH|^~\&|||||20191101104700||QRY^Q02|4|P|2.3.1|||||ASCII|||
QRD|20191101104700|R|D|1|||RD|90000235|OTN|||T|
```

Рис. 5. Формат данных запроса

Подтверждение запроса и отправка ответа (рисунок 6):

```
MSH|^~\&|||||20191101104700||QCK^Q02|4|P|2.3.1|||||ASCII|||
MSA|AA|4|Message accepted|||0|
ERR|0|
QAK|SR|OK|
```

Рис. 6. Подтверждение получения запроса

Отправка перечня исследований для выполнения по запрошенной пробе (рисунок 7):

## • Технические науки

```
MSH|^~\&||||| 20191101104800 ||DSR^Q03|4|P|2.3.1|||||ASCII|||
MSA|AA|4|Message accepted|||O|
ERR|O|
QAK|SR|OK|
QRD|20191101104800|R|D|2|||RD||OTH|||T|
QRF|||||RCT|COR|ALL|
DSP|1|||||
DSP|2|||||
DSP|3||90000235|||
DSP|4|||||
DSP|5||M|||
DSP|6|||||
-----
DSP|21||90000235|||
DSP|22||90000235|||
DSP|23||20191101104800|||
DSP|24||N|||
DSP|25|||||
DSP|26||serum|||
DSP|27|||||
DSP|28|||||
DSP|29||FT3^^^|||
DSP|30||FT4^^^|||
DSP|31||T3^^^|||
DSP|32||T4^^^|||
DSP|33||TSH^^^|||
DSP|34||Anti-HCV^^^|||
DSP|35||Tg^^^|||
DSC||
```

Рис. 7. Формат данных передаваемых анализатору на запрос

Подтверждение анализатором получения сообщения.

**ASTM** является стандартом обмена данными между лабораторным оборудованием и Хостом в медицинских лабораториях. Как и HL7 он имеет набор ключевых команд, но взаимодействие с хостом и лабораторным оборудованием немного отличается от HL7. В данном протоколе запросы производятся в шестнадцатеричном коде ASCII(англ. American Standard Code for Information Interchange - американский стандартный код для обмена информацией) [5,6]. Команды выглядят следующим образом (таблица 1):

Таблица 1. Набор команд ASTM

Команды запроса	ASCII код	Описание
<ENQ>	0x05	Запрос от оборудования или хоста
<ACK>	0x06	Подтверждение запроса
<EOT>	0x04	Обрыв соединения
<NAK>	0x15	Отказ от запроса
<STX>	0x02	Начала тело сообщения
<LF>	0x0A	Новая строка
<CR>	0x0D	Перевод строки
<ETB>	0x17	Конец тела сообщения для определенного блока
<ETX>	0x03	Конец тела сообщения

Конструкция формата данных протокола ASTM выглядит следующим образом (рисунок 8):

```
ENQ|STX|1H|0^||||GEM Premier 4000^1.0^Area^GP4000^GEM Premier 4000^17060860^181571695^A.3.1.99.0|||||P|LIS2-A|20180223150952
P|1|7a4af19a-292f-45a9-8cfa-b0c4dc0c9ff6|||
O|1|||||20180223|||C-CP|||||20180223122531|||F
R|1|^^^pH|7.3|T|27
STX|25|7.37 to 7.45|L||F||USER||20180223122531
R|2|^^^pCO2|53|mmHg|32.0 to 48.0|H||F
R|3|^^^pO2|56|mmHg|60.0 to 80.0|L||F
R|4|^^^Na+|136|mmol/L|133.0 to 146.0|N||F
R|5|^^^K+|5.5|mmol/L|3.7 to 5.3|H||F
R|6|^^^Ca++|1.26|mmol/L|1.13 to 1.32|N||F
RETB67
```

Рис. 8. Формат данных ASTM

При этом связь с оборудованием может быть нескольких видов, такие как:

- RS232 (англ. Recommended Standard 232 – рекомендованный стандарт 232) – связь происходит по классическому COM порту;

- TCP/IP (англ. Transmission Control Protocol/InternetProtocol - протокол управления передачей/интернет протокол) – связь производится по IP адресу лабораторного анализатора и хоста соединения, где нужно учитывать роль участника соединения. То есть, предусмотреть комбинации TCP/IP сервер – в данной роли лабораторное оборудование является сервером, и хост в роли TCP/IPклиента производит соединение с оборудованием по определенному порту, например, 5100, 5050 и др.; TCP/IP клиент – в данной роли лабораторное оборудование соединяется TCP/IP серверу. В данной роли Хост подключения должен принимать роль сервера, и осуществлять подключения к нему по определенному порту, за исключением стандартных зарезервированных портов 80,443 и др. Так как стандартные порты могут задействованы, и это может привести к конфликту при взаимодействии оборудования с хостом.

С учетом вышеописанных данных, мы имеем, что для гибкости драйвера необходимо иметь конфигурационный модуль, который будет состоять из набора обработчиков по работе с различными лабораторными оборудованием, что позволит подключение оборудования по TCP/IP и по RS232, а также выбрать протокол взаимодействия. Ниже на схеме (рисунок 9) можно увидеть:

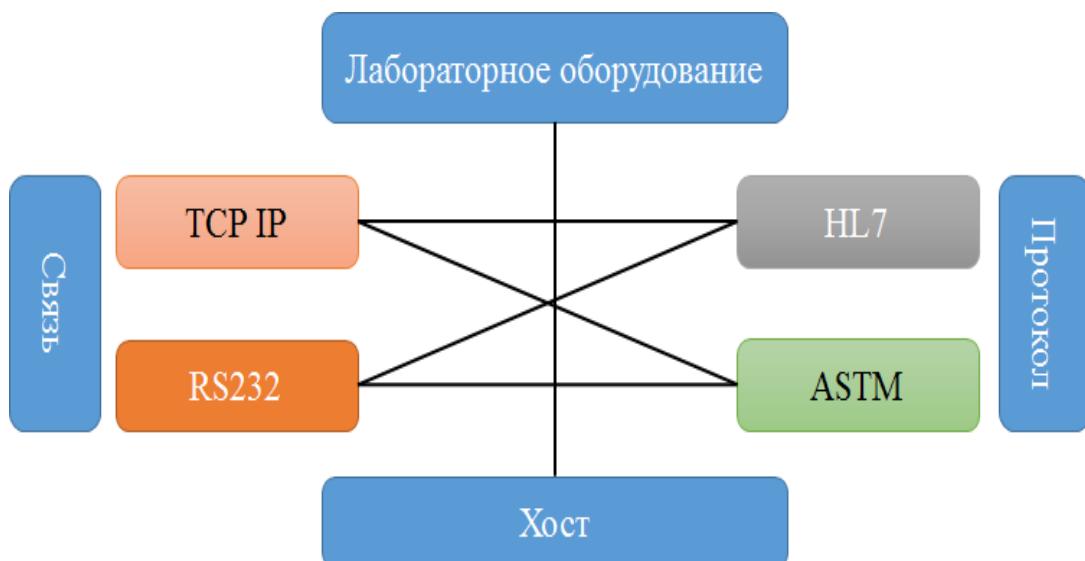


Рис. 9. Схема реализации решения

Далее Хост осуществляет интерпретацию полученных данных.

**ЭТАП 2.** На данном этапе производится интерпретация результатов по выявлению отклонений от нормативных (референсных) значений. Для каждого вида исследования имеются референсные значения, которые определяются медицинской лабораторией по протоколам лечения и лучшими лабораторными практиками лабораторной диагностики. Референсные значения зависят от следующих параметров Возраст; Пол (муж., жен.); Признак беременности у женщин; Вредные привычки (курение). И имеют границы нижнего и верхнего порога, и если полученные данные результата будут вне установленного интервала значений, то они будут считаться отклонениями от нормы. Из этого следует, что каждое исследование может содержать несколько нормативных значений, которые должны быть настроены в виде базы знаний, чтобы интерпретатор мог выявить отклонения используя их [7].

**Архитектура.** Проектирования архитектуры хранения данных и программного кода производилась с использованием 3-х звенной архитектуры построения информационных систем. Данный подход позволяет работать решению вне зависимости от размещения серверной платформы, то есть локально, на удаленных хостах, на виртуальных хостингах и др. Например, лабораторное оборудование может размещаться географически в одной точке, а сервер приложений размещаться в другой точке, и при этом результаты лабораторных исследований будут обрабатываться в режиме реального времени. Используемая архитектура не требует дополнительных затрат на организацию VPN (англ. VirtualPrivateNetwork – частные виртуальные сети), наличие выделенных статических IP адресов и другого оборудования для организации безопасной связи (рисунок 10).

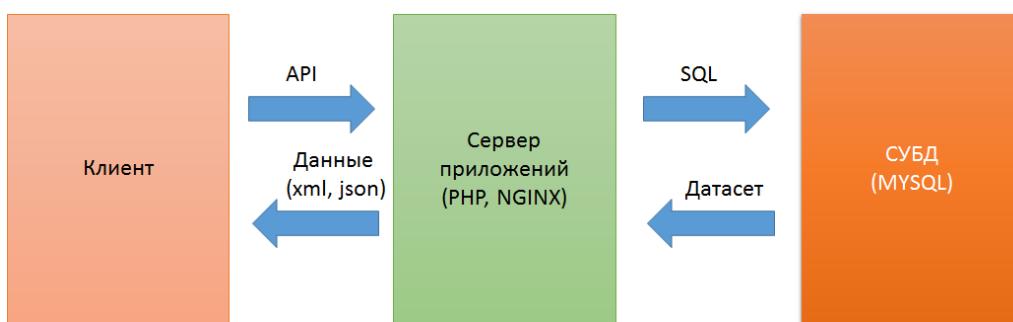


Рис. 10. Архитектура решения

**Реализация.** Разработка программного модуля производилась с использованием следующих решений Сервер приложений – web сервер Nginx; СУБД (система управления базами данных) – MYSQL(MariaDB); API (англ. Application Programming Interface – интерфейс программирования приложений) методы – PHP 7.3; Разработка клиентского интерфейса RADStudio 10. Разработка программного модуля состояло из следующих основных этапов:

- Этап 1 – разработка структуры хранения данных. На данном этапе создавались таблицы для хранения справочных данных и данных по настройкам организации связи. А также структура хранения базы знаний.
- Этап 2 – разработка API методов по работе с данными для размещения на сервере приложений и программного кода по работе с ними;
- Этап 3 – разработка единогопрограммного кода по работе с RS232 и TCP/IP;
- Этап 4 – разработка обработчиков ASTM и HL7 протоколов;
- Этап 5 – разработка SQL (англ. Structuredquerylanguage – структурированный язык запросов) кода и программного интерфейса по интерпретации результатов;
- Этап 6 – сборка разработок в единый программный модуль, запуск и тестирование решения по автоматической передаче данных и интерпретации. Результат отражен на следующем рисунке (рисунок 11).

	Код	Наименование теста	Значение	Ед. изм.	Замечание	Референсные значения	Дата и время выполнения
1	ГМ-001-1-01	Гемоглобин	118	г/л		110 - 140	01.11.2019 12:46:44
2	ГМ-001-1-02	Эритроциты	4.29	10 <sup>12</sup> /л		3.5 - 4.5	01.11.2019 12:46:44
3	ГМ-001-1-03	Цветной показатель	0.83	-	понижено	0.85 - 1.15	01.11.2019 12:46:44
4	ГМ-001-1-04	Гематокрит	35.3	%	понижено	40 - 48	01.11.2019 12:46:44
5	ГМ-001-1-05	Средний объем эритроцитов	82.3	фл		80 - 96	01.11.2019 12:46:44
6	ГМ-001-1-06	Среднее содержание Hb в одном эритроците	27.5	пг	понижено	28 - 35	01.11.2019 12:46:44
7	ГМ-001-1-07	Средняя концентрация Hb в эритроцитах	334	г/дл		330 - 360	01.11.2019 12:46:44
8	ГМ-001-1-09	Тромбоциты	299	10 <sup>9</sup> /л		160 - 390	01.11.2019 12:46:44
9	ГМ-001-1-10	Тромбокрит	0.26	%		0.13 - 0.28	01.11.2019 12:46:44
10	ГМ-001-1-11	Лейкоциты	5.4	10 <sup>9</sup> /л		5 - 12	01.11.2019 12:46:44
11	ГМ-001-1-12	Расчетная ширина распределения эритроцитов по объему (коэф.вариации)	12.1	%		11.6 - 14.4	01.11.2019 12:46:44
12	ГМ-001-1-13	Расчетная ширина распределения эритроцитов по объему (станд.отклонение)	56.5	фл	повышено	35.1 - 43.9	01.11.2019 12:46:44
13	ГМ-001-1-14	Средний объем тромбоцитов	8.6	фл	понижено	9 - 17	01.11.2019 12:46:44
14	ГМ-001-1-15	Распределение тромбоцитов по объему (стандарт. отклонение)	43.9	%	повышено	11.5 - 14.5	01.11.2019 12:46:44
15	ГМ-001-1-17	Относительный объем крупных тромбоцитов	19.6	%		13 - 43	01.11.2019 12:46:44
16	ГМ-001-1-18	Количество крупных тромбоцитов (12-30 фл.)	58	10 <sup>9</sup> /л	повышено	13 - 43	01.11.2019 12:46:44
17	ГМ-001-1-25	Моноциты (относит. количество)	5.4	%		2 - 10	01.11.2019 12:46:44
18	ГМ-001-1-26	Моноциты (абс.количество)	0.3	10 <sup>9</sup> /л		0.3 - 0.82	01.11.2019 12:46:44
19	ГМ-001-1-27	Лимфоциты (относит. количество)	43.4	%		26 - 60	01.11.2019 12:46:44
20	ГМ-001-1-28	Лимфоциты (абс.количество)	2.3	10 <sup>9</sup> /л		1.32 - 3.57	01.11.2019 12:46:44
21	ГМ-001-1-29	Гранулоциты (относит. количество)	51.2	%		25 - 60	01.11.2019 12:46:44
22	ГМ-001-1-30	Гранулоциты (абс. количество)	2.8	10 <sup>9</sup> /л		2 - 7	01.11.2019 12:46:44
23	ГМ-001-1-31	Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	5	мм/ч		4 - 12	01.11.2019 12:46:44

Рис. 11. Результат работы программного модуля

**Практическое применение.** Данное решение используется в виде программного модуля в лабораторной информационной системе SmartLAB. На данный момент времени модуль апробирован в более 10 медицинских лабораториях РК. Программный модуль интегрирован с основными медицинскими лабораторными оборудованием мировых производителей, используемых в КДЛ [8]. В результате, участники процесса автоматизации медицинской лабораторной диагностики достигли:

- Строгого учета каждого биоматериала от забора до загрузки на борт лабораторного оборудования, и с сокращением сроков выдачи результатов выдачи результатов от 24 часов до 12 часов;
- Достоверности результатов – с помощью интеграции с лабораторным оборудованием и автоматической интерпретации нормативных значений, исключается человеческий фактор переноса результатов на бумажный носитель;
- Отменой бумажных журналов учета, так как все результаты хранятся в виде электронного архива результатов лабораторных исследований, тем самым медицинская лаборатория становится участником программы цифровой Казахстан.

**Заключение.** Материалы представленные в данной статье являются достижением 3-х летней работы. В период которого были постоянные улучшения алгоритмов и методов, оптимизация технологической платформы, в результате которых было получено гибкое решение с трехзвенной архитектурой. Следующим шагом планируется комплексная интерпретация лабораторных результатов, для определения диагноза на основе лабораторных показателей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Health Level Seven International: [Электронный ресурс]. 2013-2019. URL:[https://wiki.hl7.org/Main\\_Page](https://wiki.hl7.org/Main_Page).
- [2] International Association for Testing Materials: [Электронный ресурс]. 2001-2019. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/ASTM\\_International](https://en.wikipedia.org/wiki/ASTM_International).
- [3] Государственная программа “Цифровой Казахстан”. О программе: [Электронный ресурс] // Официальный интернет-ресурс Государственной программы «Цифровой Казахстан». Н., 2018-2019. URL:<https://digitalkz.kz/o-programme/>.
- [4] Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics. Chemiluminescence Immunoassay Analyzer Host Interface Manual. – Mindray.: Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2013-2020. – 85 с.
- [5] Roche Diagnostics. Cobas e411 analyzer host interface manual. – Roche.: Roche Diagnostics GmbH, 2013-2020. - 61 с.
- [6] Sysmex Universal Interface (SUIT). – Sysmex.: Sysmex, 2011-2020. – 58с.
- [7] M.S. Kecklerab, K.Andersona, S.McAllistera, J.K.Rasheeda, J.Noble-Wang, Development and implementation of evidence-based laboratory safety management tools for a public health laboratory, 2019. Safety Science 117, стр.205-216.
- [8] ТОО “SmartLab Kazakhstan”: [Электронный ресурс]. А., 2015-2019. URL: <http://lis.kz>.

Кадиркулов К.К., Исмаилова А.А., Солтан Г.Ж., Муханова А.А., Маханов М.

#### Зертханалық зерттеулер нәтижелерінің анықтауды автоматтандыру

**Түйіндеме.** Бұл мақалада зертханалық зерттеулер нәтижелерінің нормативтік мәндерден аутқуын медициналық зертханалық жабдықтармен толық интеграциялау арқылы автоматты түрде анықтау туралы шешім ұсынылған. Интеграциялау HL7 (ағылшын. Health Level 7 – «7 ші деңгей») [1], ASTM (ағылшын. American Society for Testing and Materials – Материалдарды сынағтын Американдық қоғам) [2] протоколдарын колдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл шешім медициналық зертханаларды кешенді автоматтандыру үшін колданылады.

**Түйін сөздер:** зертханалық ақпараттық жүйе, ЛИС, HL7, ASTM, зертханалық жабдықтармен интеграциялау, медициналық зертханаларды автоматтандыру, ақпараттық жүйелер.

A.E. Zhan, G.D. Musapirova

(Almaty University of Energy and Communications  
Almaty, Republic of Kazakhstan mgulz1@yandex.ru)

## METHODOLOGY FOR DESCRIBING (STRUCTURING) BUSINESS PROCESSES OF A COMMERCIAL BANK AND ITS PRACTICAL APPLICATION

**Abstract.** This article is devoted to the consideration of the theoretical foundations of the description of banking business processes and their practical application for conducting projects of structuring and regulation of the Bank's activities. The article analyzes the methods of describing business processes, managing process structuring projects, as well as the experience of consulting companies and commercial banks.

**Keywords.** banking business processes, process optimization, banking process system, business process, automation, automation methodology.

**А.Е. Жақан, Г.Д. Мусапирова**

(Алматинский университет энергетики и связи  
Алматы, Республика Казахстан [mgulz1@yandex.ru](mailto:mgulz1@yandex.ru))

## МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ (СТРУКТУРИЗАЦИИ) БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

**Аннотация.** Данная статья посвящена рассмотрению теоретических основ описания банковских бизнес-процессов и их практическому применению для ведения проектов структуризации и регламентации деятельности банка. В статье проанализированы методики описания бизнес-процессов, управления проектами процессной структуризации, а также опыт консалтинговых компаний и коммерческих банков.

**Ключевые слова:** банковские бизнес-процессы, оптимизация процессов, система банковских процессов, бизнес-процесс, автоматизация, методика автоматизации.

Формализованность и регламентированность бизнес-процессов на сегодняшний день являются одним из ключевых факторов успеха любого коммерческого банка. Различные банки находятся на различных этапах формализации своих бизнес-процессов. Некоторые только начинают заниматься этой деятельностью, другие уже накопили большую процессную базу. Но следует отметить, что проекты описания бизнес-процессов не являются «разовыми», а носят итеративный характер, поэтому так важно иметь под рукой методику процессной структуризации, о которой пойдет речь в данной статье.

Итеративность связана с тем, что меняются требования клиентов, меняется рынок, выходят новые нормативные документы НБ РК и т.п. Такого рода изменения требуют постоянного контроля и необходимости актуализации бизнес-процессов.

Описание бизнес-процессов прямым образом влияет на операционную и стратегическую эффективность коммерческого банка, в итоге от этого зависят показатели прибыльности. Основные следствия, вызванные неформализованностью бизнес-процессов банка, представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Следствия неформализованности бизнес-процессов банка

Не распределена четко ответственность между сотрудниками, отделами. Несовершенная бизнес-логика процессов и несоответствие реальным требованиям. Довольно часто бывает, что бизнес-процесс выполняется по устаревшим правилам и схемам, которые давно не соответствуют требованиям современного бизнеса и клиентов. (Иногда для бизнес-процесса можно сделать альтернативную бизнес-логику, которая будет более эффективной. Но это уже отдельная тема, в которой детально рассматриваются методы оптимизации бизнес-процессов, такие как ФСА-анализ, имитационное моделирование и т.п.)

Слабая автоматизированность бизнес-процессов и несоответствие инфраструктуре. Не секрет, что для автоматизации бизнес-процесса следует сначала его описать и затем на основе формализованного описания и регламента разработать техническое задание на автоматизацию.

Неосведомленность персонала о правилах выполнения отдельных действий и взаимодействия с другими подразделениями. Поскольку нет формализованных схем и регламентов, основная информация по бизнес-процессам хранится в памяти сотрудников.

Проблемы выявлены. Теперь нужно определить список преимуществ, которые может получить банк, и список задач, которые можно решить благодаря описанию бизнес-процессов.

Повышение прозрачности, управляемости и контролируемости деятельности банка на всех уровнях.

Снижение времени и издержек, повышение качества и эффективности бизнес-процессов.

Возможность тиражировать бизнес банка (создавать дополнительные отделения и офисы).

Шаг к комплексному развитию банка. Описание бизнес-процессов является этапом комплексного проекта по развитию деятельности банка. На основе описанных бизнес-процессов можно:

- проводить их дальнейшую оптимизацию;
- проектировать новые бизнес-процессы;
- оптимизировать оргструктуру;
- совершенствовать системы управления банка (информационную систему, систему управления финансами, систему стратегического управления и т.п.).

Уменьшение зависимости от персонала, правильный подбор персонала, повышение эффективности работы персонала и руководителей.

Повышение лояльности и удовлетворенности клиентов как следствие репутации банка:

Методики организации проекта по описанию бизнес-процессов. Эти методики задают последовательность этапов проекта, состав этапов, правила взаимодействия участников проекта.

Методики графического описания бизнес-процессов. Данные методики содержат набор графических объектов и правил их использования при разработке диаграмм бизнес-процессов.

Рассмотрим методики организации проекта по описанию бизнес-процессов:

- Через дерево бизнес-процессов. Сначала разрабатывается иерархическая структура (дерево) бизнес-процессов банка. Затем из этого дерева берутся бизнес-процессы 1-го уровня и детально описываются. Описывается деятельность владельца бизнес-процесса, и в дополнение описывается деятельность всех участников бизнес-процесса.

- Через отделы. Сначала описывается оргструктура банка. Затем из оргструктуры выбираются отделы, описывается деятельность отделов в рамках разных бизнес-процессов. В заключение все схемы одного бизнес-процесса от разных отделов сводятся в единую схему.

Самые распространенные методики, с помощью которых можно описывать бизнес-процессы: IDEF0, IDEF3, DFD, ARIS, UML. Подробно останавливаться на описаниях методик не стоит, поскольку данной информации достаточно в открытых источниках.

На сегодняшний день на рынке существуют следующие профессиональные программные продукты, предназначенные для автоматизации описания бизнес-процессов: ARIS, Бизнес-Студио, AllFusion Process Modeler, MS Visio, QPR и др. Они отличаются функционалом, схемами ценообразования.

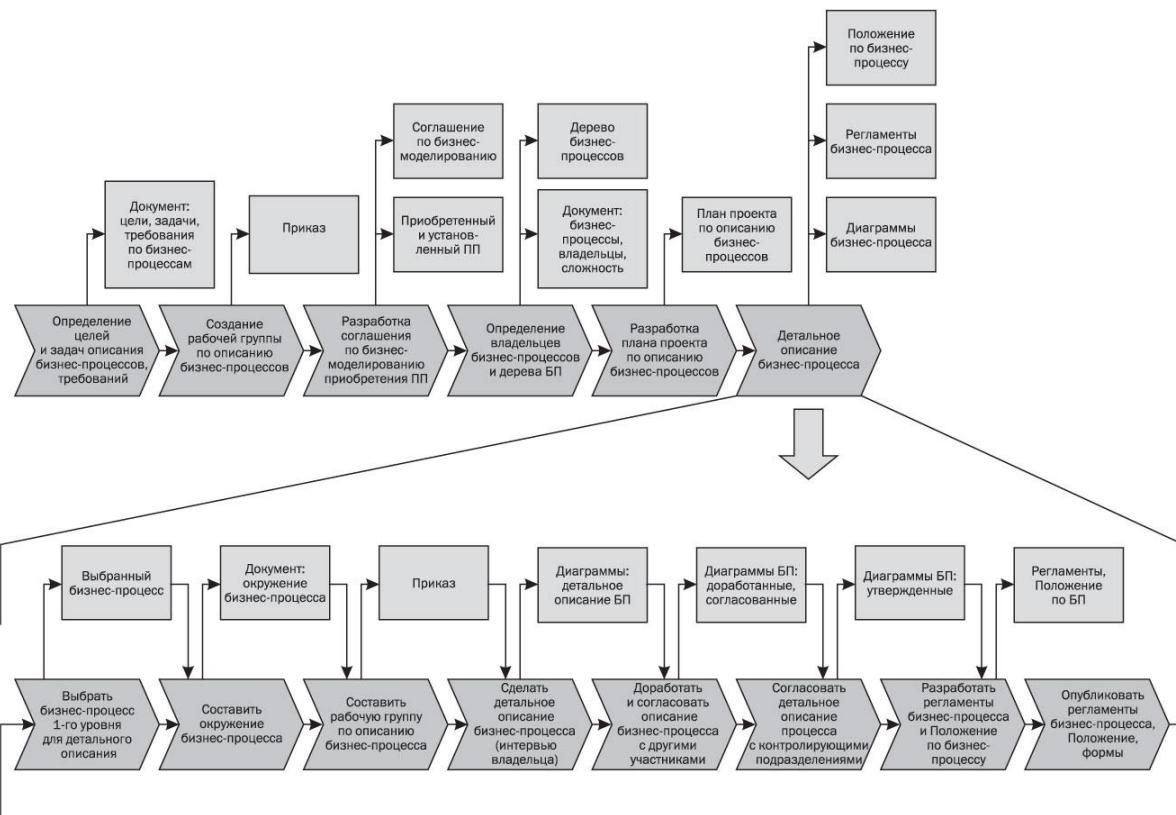
Можно выделить функции данных программных продуктов, которые наиболее существенны для банков:

- автоматизированное формирование регламентирующей документации на основе диаграмм бизнес-процессов;
- аналитические функции (ФСА-анализ и др.);
- сетевая работа;

## • Технические науки

- защита информации и распределение доступа;
- публикация бизнес-моделей в WEB.

Сравнительному анализу программных продуктов бизнес-моделирования посвящено достаточно много материалов в открытом доступе. Схематичное изображение этапов приведено на рисунке 2.



**Рис. 2.** Методика описания банковских бизнес-процессов

Обычно оптимизация бизнес-процессов — это отдельный проект, который выполняется после описания бизнес-процессов. Однако на практике можно применять элементы оптимизации при описании процессов, и этого иногда бывает для банка достаточно. Можно перечислить эти элементы оптимизации:

- Перестройка бизнес-логики процесса. Добавление, удаление, переструктуризация процедур и действий внутри бизнес-процесса.
- Переработка форм документов, входов-выходов бизнес-процесса, нормативных документов.
- Перераспределение ответственности и исполнителей в рамках бизнес-процессов.

Для выявления мощных и некрепких сторон рассмотренных технологий виртуализации, были проанализированы итоги исследований производительности контейнеров Docker и виртуальных машин KVM, проведённых фирмой IBM, и автономно проведён ряд подобных и добавочных натурных опытов, а еще исследований производительности.

Одной из первых, изучение в области сопоставления производительности гипервизорной виртуализации и контейнеров, провела компания IBM, которая выполнила сопоставление на надлежащем оборудовании.

**Таблица 1. Форма оснащения лаборатории IBM**

	Параметры	Примечания
Процессор	Два 2,4—3,0 ГГц. Intel Sandy Bridge-EP Xeon E5-2665, суммарно 16 ядер	Два процессора/сокета соединены через QPI, что обеспечивает неравномерный доступ к памяти (NUMA).
Оперативная память	256 Гбайт	

По мнению профессионалов фирмы IBM как раз эта форма серверов чаще используется облачными интернет-провайдерами. Программное обеспечение, которое использовалось для проведения исследований: ОС Ubuntu 13.10 (x64, ядро Linux 3.11.0), Docker 1.0, QEMU 1.5.0 (libvirt 1.1.1). Все контейнеры Docker и виртуальные машины воспользовались тип Ubuntu Linux 13.10. В качестве испытательной подборки данных был избран дамп Wikipedia объемом 1 Гбайт. Итоги представлены в GFLOPS — это количество измерений вычислительной мощности компьютеров в операциях с плавающей точкой (таблица 2).

**Таблица 2. Результаты тестов по сравнению производительности Docker и KVM при вычислительных операциях**

	На оборудовании	Docker	KVM без дополнительных настроек	KVM с дополнительной настройкой
PXZ (Мб/с)	76,2	73,5 (-4%)	59,2 (-22%)	62,2 (-18%)
Linpack (GFLOPS)	290,8	290,9 (-0%)	241,3 (-17%)	284,2 (-2%)

Можно сделать вывод, что при значимых вычислительных нагрузках приложения, развёрнутые с поддержкой контейнеров Docker имеют все шансы работать быстрее, чем приложения, развёрнутые на базе виртуальных машин KVM.

В данной статье предложена методика по описанию (структуризации) банковских бизнес-процессов, которая построена путем систематизации теоретических основ описания бизнес-процессов.

Предлагаемую методику можно использовать как вспомогательный инструмент для решения практических задач конкретного банка в области управления бизнес-процессами и модифицировать, исходя из специфики каждой задачи и предметной области.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баранова С.С. Исследования тенденций развития облачных сервисов // Cloud of Science. 2014. Т. 1. № 3. – С. 517-523.
- [2] Газуль С.М., Барабаев Э.О., Горнов П.А. Интегральный показатель готовности информационной системы к работе в облаке // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. 2014. № 4- 2 (23). – С. 14-16.
- [3] Границин О.Н., Кияев В.И. Информационные технологии и системы в современном менеджменте. – СПб.: Изд-во ВВМ, 2014. – 897 с.
- [4] Грекул В.И., Коровкина Н.Л., Куприянов Ю. Методические основы управления ИТ-проектами: учебный курс. – М.: ИНТУИТ, 2011. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/646/502/info>. – Дата обращения: 11.11.2017.
- [5] Зенченко Е.С. Внедрение и задача многокритериального выбора вариантов настольных процессоров для пользователя «облака» с технологией VMWare // В сб.: Образовательная среда сегодня и завтра. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. М., 2013. – С. 334-336.
- [6] Hyper-V Security Guide. – Microsoft Press. – 2009; URL: <https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/dd569113.aspx> (дата обращения: 21.11.2017).
- [7] Леонид Черняк. Виртуализация серверов стандартной архитектуры // Открытые системы. 2008. № 3.
- [8] Минакова Т.Е., Минаков В.Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. 2013. № 12 (79). – С. 116-117.
- [9] Филищинский А.А. Введение в понятия и технологии облачных вычислений // Молодежный научно-технический вестник. 2013. № 10. – С. 34-41.
- [10] Mesos. Container Cluster Management System [Электронный ресурс] // Хабрахабр [Сайт]. [2016]. URL: <https://habrahabr.ru/post/308812/>

Жақан А.Е., Мусапирова Г.Д.

**Коммерциялық банктердің бизнес-процесстерін сипаттау әдістері және оның практикалық қолданылуы**

**Түйіндеме.** Бұл мақала банк қызметін құрылымдау және регламенттеу жобаларын жүргізу үшін банктік бизнес-процесстерді сипаттаудың теориялық негіздерін қарастыруға және оларды практикалық қолдануға арналған. Мақалада бизнес-үдерістерді сипаттау, үдерісті құрылымдау жобаларын басқару әдістемесі, сондай-ақ консалтингтік компаниялар мен коммерциялық банктердің тәжірибелі талданды.

**Кілттік сөздер:** банктік бизнес-процесстер, процесстерді онтайландыру, банктік процесстер жүйесі, бизнес-процесс, автоматтандыру, автоматтандыру әдістері.

УДК 551.593.65.

МРНТИ

**A. Solodovnik<sup>1</sup>, A. Baibussinova<sup>2</sup>, D. Kudabayeva<sup>3</sup>**

(<sup>1,2</sup>M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan

<sup>3</sup>Nazarbayev intellectual school, Petropavlovsk, Kazakhstan

E-mail: [aasolodovnik@mail.ru](mailto:aasolodovnik@mail.ru))

## THE DYNAMICS OF FIELD DEVELOPMENT OF NOCTILUCENT CLOUDS IN THE NORTHERN HEMISPHERE FROM 2013 TO 2019

**Abstract.** The presence of a homogeneous series of data on observations of the development of silver cloud fields obtained over a long period of the implementation of the AIM mission allowed the authors to return to the question of clarifying conclusions about general trends in changes in their main characteristics using better material. The article talks about the nature and inter-seasonal changes in such parameters of the MES field of the northern hemisphere of the Earth, as their area (current, maximum and integral for the season), the duration of the seasons of the dates of their maximums, the identification of possible trends in the inter-seasonal changes in these characteristics. In the course of the work, the difference in the quality of the initial data, the daily images of the fields of silver clouds for different seasons, was taken into account. The presence of differences in the development of the fields of silver clouds of the northern hemisphere in 2007-2012 and 2013-2019 is shown, in particular, the development within the season of the area of the MCO field in 2013-2019 was more regular in nature, more accurately represented by a parabolic approximation. At the same time, the area of the global cloud field slightly increased, both in terms of absolute maximums and in terms of integral indicator. At the same time, the duration of the seasons and the dates of the maximum development of the cloud field did not noticeably change.

**Keywords:** mesospheric noctilucent clouds, mesospheric cloud area, the map of the field distribution of noctilucent clouds.

**А. Солодовник<sup>1</sup>, А. Байбусинова<sup>2</sup>, Д. Кудабаева<sup>3</sup>**

(<sup>1,2</sup>Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

<sup>3</sup>Назарбаев интеллектуальная школа ХБН г. Петропавловск, Казахстан

E-mail: [aasolodovnik@mail.ru](mailto:aasolodovnik@mail.ru))

## ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПОЛЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ НА ИНТЕРВАЛЕ 2013-2019 ГОДОВ

**Аннотация.** Наличие однородного ряда данных наблюдений за развитием полей серебристых облаков, полученных за длительный период реализации миссии AIM, позволило авторам на более представительном материале вернуться к вопросу об уточнении выводов об общих тенденциях в изменении их основных характеристик. Речь идет о характере внутри и межсезонных изменений таких параметров поля МСО северного полушария Земли, как их площади (текущей, максимальной и интегральной за сезон), продолжительности сезонов дат их максимумов, выявлении возможных трендов в межсезонных изменениях этих характеристик. В ходе работы учтено различие в качестве исходных данных – суточных изображений полей серебристых облаков за различные сезоны. Показано наличие различий в развитии полей серебристых облаков северного полушария на интервалах 2007-2012 и 2013-2019 годов. В частности, внутри сезонное развитие площади поля МСО в интервале 2013-2019 года имело заметно более регулярный характер, более точно представляемый параболической аппроксимацией. При этом площади глобального поля облачности несколько возросли, как по величине абсолютных максимумов, так и по интегральному показателю. При этом длительности сезонов и даты максимального развития облачного поля существенных изменений не претерпели.

**Ключевые слова:** мезосферные серебристые облака, площадь мезосферной облачности, карта распределения поля серебристых облаков.

### Введение

Одним из направлений изучения природы мезосферных серебристых облаков и процессов, протекающих в верхней атмосфере Земли, реализуемых Северо-Казахстанском государственном университете им. М. Козыбаева, является анализ комплекса спутниковых данных, полученных в ходе реализации миссии AIM – специализированного ИСЗ, получающего данные о глобальном поле серебристых облаков как северного, так и южного полушарий Земли. Особенного внимания

заслуживает изучение особенностей эволюции глобального поля серебристых облаков северного и южного полушарий в пределах сезонов их появления, а также выявление межсезонных различий их эволюции. В частности, интересные результаты были получены в работах Д. Кудабаевой и А. Солодовника [1-3] для северного полушария Земли и в работе А. Солодовника и Б. Такенова [4] для южного полушария. Однако, эти исследования охватывали сравнительно малые интервалы времени, и, кроме того, не сопоставлялись между собою. Наше исследование призвано восполнить этот пробел и, по-возможности, рассмотреть характер межсезонной изменчивости дополнительных характеристик развития облачной полей. Мы полагаем, что расширение временного диапазона исследования до 12 лет позволит получить более точные и обоснованные выводы по существу рассматриваемых вопросов. В частности, на таком интервале времени не исключено проявление влияния факторов солнечной активности на генезис и эволюцию полей МСО.

#### Исходные данные и метод их обработки.

Изучение структуры глобального поля серебристых облаков и его эволюции от даты к дате возможно благодаря любезности команды миссии AIM, предоставившей для свободного доступа, как ежесуточные карты облачности, так и их составные компоненты – ленточные снимки, получаемые при каждом орбитальном полёте спутника [5]. Как показано в работе А. Солодовника, П. Леонтьева и Р. Dalin [6], наиболее эффективна обработка именно усреднённых ежесуточных изображений облачных полей. Ленточные изображения не имеют перед ними заметного преимущества в информативности. Пример спутниковой карты, изображающей вид глобального поля серебристых облаков, в одну из дат сезона 2019 года показан на рисунке 1.

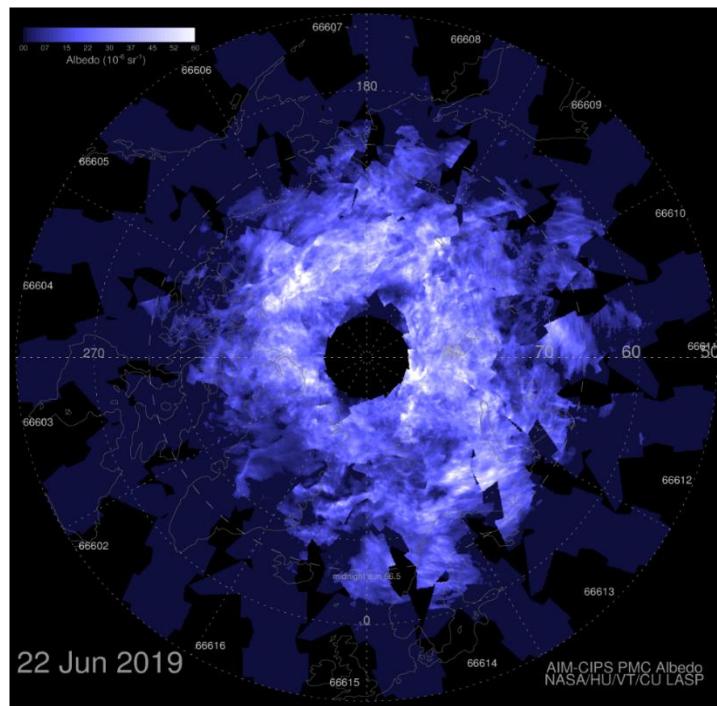


Рис. 1. Изображения полей МСО (светлые детали) над северной полярной областью Земли (на дату 22.06.2019 г.)

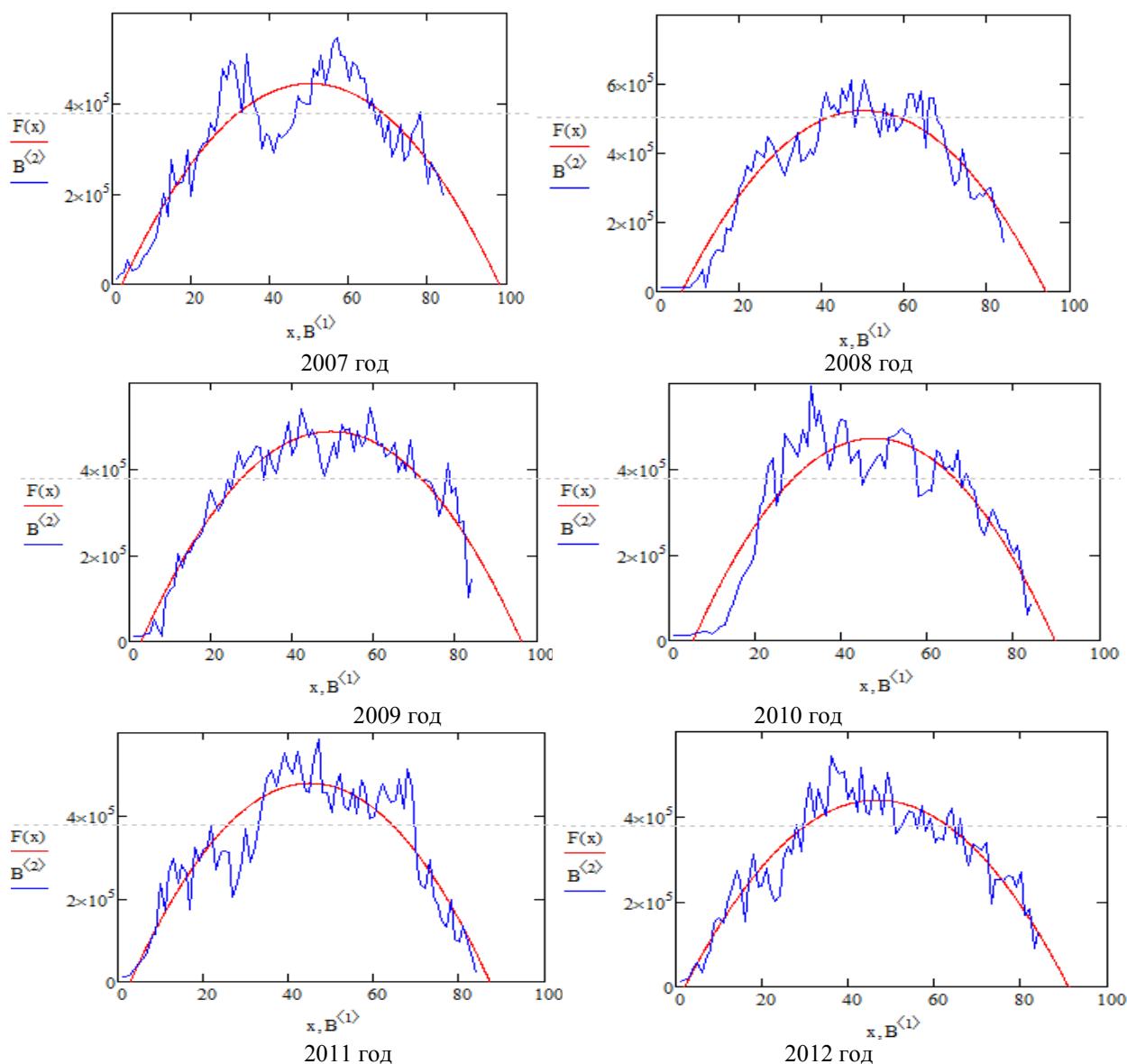
На начальном этапе исследования был составлен каталог спутниковых карт на все сезоны с 2013 по 2019 годы. Исключение стал сезон 2017 года, изображения полей МСО северного полушария для которого отсутствуют. Наряду с этим обнаружились лакуны в данных о полях МСО для сезонов 2019 и 2016 годов. В последнем случае массив карт заканчивается 5 августа. Однако, эти не зависящие от нас, обстоятельства не снижают ценности ожидаемых результатов.

При обработке изображений учитывались изменения формата карт. В частности, для сезона 2013 года он составлял  $1746 \times 1746$  пикселей, далее для сезонов 2014, 2016, 2018 года -  $1164 \times 1164$  пикселей, а в сезоны 2015 и 2019 годов –  $1164 \times 1163$  пикселей.

Для получения однородного ряда данных спутниковые изображения полей МСО обрабатывались той же самой программой, которая послужила основой исследования группы авторов в 2013 году [2]. По ходу обработки определялись интегральные площади облачного поля в пикселях на каждую из дат.

При этом в программе неизменным оставался метод учёта влияния фона и служебных символов на картах, что с учётом всех тонкостей впоследствии должно позволить изучить межсезонную изменчивость поля мезосферной облачности на основе анализа сопоставимых данных.

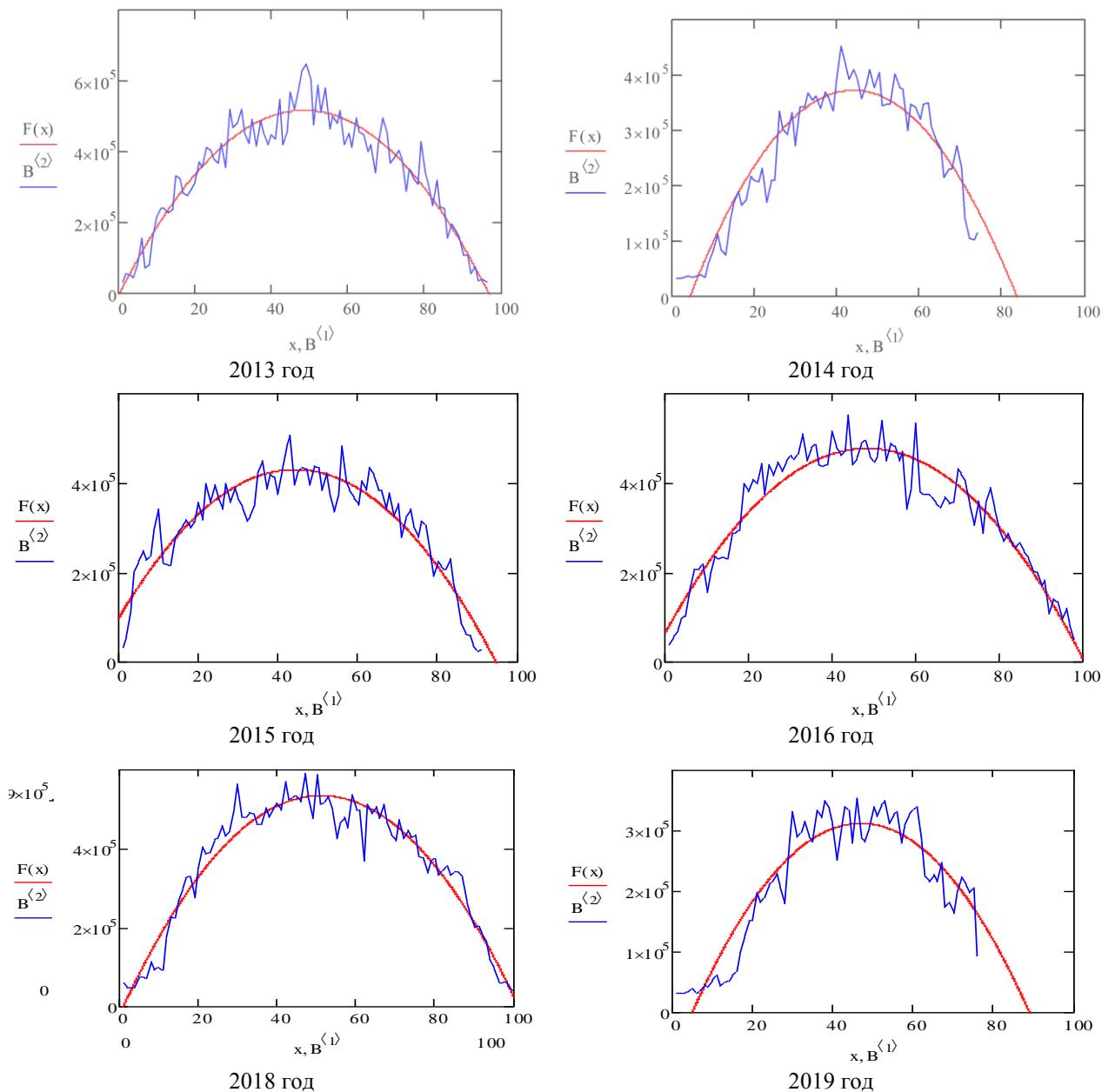
Результаты расчётов площадей полей серебристых облаков для всех дат каждого из сезонов представлялись в виде таблиц и графиков. Их совокупность для северного полушария за сезоны 2007-2012 представлена на рисунке 2 (приводим последовательно все графики), а для сезонов 2013-2019 на рисунке 3. Отметим, что графики для сезонов 2007-2012 годов взяты из работы А.А. Солодовника и др. [2], а для сезонов 2013-2019 годов – построены нами. По горизонтальной оси всюду указана условная дата от начала сезона видимости МСО до его окончания, а по вертикальной количество пикселей на изображении, занятых облачностью с указанием десятичного множителя на рисунке 2. На каждом графике показана параболическая аппроксимация сезонного хода площади облачного поля. Рассмотрим некоторые детали сезонной изменчивости общей площади облачного поля.



**Рис. 2.** Сезонные изменения площади МСО за 2007-2012 годы по данным из работы [2].

Представленные на рисунке параболические аппроксимации сезонного хода площади облачных полей, по расчётом авторов, характеризуются средним значением относительной ошибки (отношение среднего квадратичного отклонения текущих значений площади от параболы к среднему за сезон значению площади поля МСО) около 1%. При этом в отдельные интервалы времени, например, для сезона 2007 года, относительные ошибки могли достигать и нескольких больших значений.

Рассмотрим аналогичные результаты, полученные нами для сезонов 2013-2019 годов (рис. 3).



**Рис. 3.** Сезонный ход изменения площади поля МСО северного полушария в сотнях тысяч пикселей за 2013-2016, 2018-2019 годы.

Нетрудно заметить различия исследуемых характеристик МСО, представленных на рисунках 2 и 3, которые имеют интерес для детального обсуждения.

#### Обсуждение

Аппроксимация графиков параболами показывает, что в целом изменения площади облачного поля для сезонов 2013-2019 годов имели заметно более плавный характер (исключение 2016 год) по сравнению с сезонами 2007-2012 годов, где особенная нерегулярность изменения площади облачного поля отмечена для 2007, 2010, 2011, 2012 годов. При этом точность аппроксимации внутри сезонных изменений площади облачного поля должна быть заметно лучше 1%. Не исключено, что эти особенности объясняются не только реальным различием протекания процессов облакообразования, но и различиями в методах, применяемых при получении и обработке наблюдательных данных для построения суточных изображений глобальных полей МСО.

При этом максимальная за весь рассматриваемый интервал времени амплитуда площади была достигнута в 2013 году, она составила  $6,47 \cdot 10^5$  пикселей (рис. 4). Минимальная амплитуда развития

площади поля МСО северного полушария отмечена в 2016 году. Длительности сезонов существования поля мезосферной облачности в основном близки к средним значениям (около 90 суток). Самым коротким из всех был сезон 2014 года (около 75 суток), а самыми продолжительными (почти 100 суток) были сезоны 2015 и 2019 годов.



Рис. 4. Межсезонные изменения амплитудных значений площади поля МСО северного полушария за 2013-2019 годы

Интересным является то обстоятельство, что амплитудные значения площади поля МСО северного полушария на интервале 2007-2012 годов испытывали незначительные колебания от сезона к сезону, в то время как на интервале 2013-2019 годов эти величины резко менялись от сезона к сезону. При этом наибольших значений амплитуды достигали в нечётные годы. Случайны или нет такие различия? На этот вопрос должны ответить интегральные характеристики полей МСО.

Интегральной характеристикой активности процессов, ведущих к формированию МСО, может рассматриваться суммарная площадь их поля для каждого из сезонов. На рисунке 5 изменение этой величины представлено на диаграмме, где по вертикальной оси показана общая площадь облачного поля в сотнях тысяч пикселей.



Рис. 5. Изменения интегральной площади поля МСО северного полушария на интервале 2013-2019 гг.

Интересно отметить, что как амплитудные значения площади облачного поля, так и интегральные величины площади достигали максимума в нечётные годы и минимума в чётные. Учёт

отсутствия небольшой части данных за август 2016 года едва ли изменил бы этот вывод, поскольку в этот месяц площадь поля МСО быстро сходит на ноль. Сходные изменения общей площади поля МСО можно оценить и по графикам для сезонов 2007-2012 годов. Изучение таких двухлетних вариаций в развитии облачного поля МСО – одна из интересных задач, поскольку квазидвухлетние колебания свойственны и солнечной активности.

### Выводы

Изучение характера изменения общих параметров облачного, базирующееся на анализе спутников данных полученных за 12-ти летний период показало, что внутри сезонный ход площади поля серебристых облаков северного полушария Земли имеет достаточно стабильный характер. Он может быть достаточно точно аппроксимироваться параболической функцией, что согласуется с ранее полученными выводами [2-3]. Однако, заслуживает дальнейшего анализа выявленный факт более плавных сезонных изменений площади поля МСО на интервале 2013-2019 сравнительно с периодом 2007-2012 годов.

Амплитудные и интегральные значения площадей полей МСО не обнаруживают явной связи с развитием цикла солнечной активности, однако перспективен дальнейший анализ двухлетних вариаций значений этих величин, выявленных в ходе исследования.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Солодовник А.А., Кудабаева Д.А., Крючков В.Н. Сезонные и межсезонные вариации площади глобального поля серебристых облаков. – Известия национальной Академии наук Республики Казахстан. Серия физ. мат. № 4 2013. – С. 60 – 64
- [2] Солодовник А.А., Кудабаева Д.А. Вариации площади глобального поля серебристых облаков северного полушария в сезоны 2007-2012 гг., Геомагнетизм и аэрономия, том 55, № 2, 2015, – С. 23-29
- [3] Кудабаева Д.А., Перцев Н.Н., Солодовник А.А. Пространственное распределение и сезонные изменения площади полей серебристых облаков северного полушария по данным многолетних наблюдений, Тринадцатая Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса" Москва, Институт космических исследований РАН, 14-18.11.2015
- [4] Солодовник А.А., Такенов Б. Изучение полей серебристых облаков южного полушария земли в сезоны с 2011 по 2015 годы.- материалы международной научно-практической конференции «Козыбаевские чтения-2018: Евразийский потенциал и новые возможности развития в условиях глобальных вызовов», Петропавловск, 2018, т.2 с. 141-145.
- [5] Сайт спутника AIM, раздел содержит фотографии северного и южного полушарий <http://lasp.colorado.edu/aim/browse-images.php?dataset=pmc>
- [6] A.A. Solodovnik, P.I. Leontyev, P. Dalin Studies of the influence of tropospheric factors of Noctilucent clouds by a cartographic method. – Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 200 (2020) 105224, p. 7
- [7] P. Dalin, S. Kirkwood, A. Mostrom, K. Stebel, P. Hoffmann, and W. Singer // A case study of gravity waves in noctilucent clouds. Annales Geophysicae 2004. 06

Солодовник А., Байбусинова А., Кудабаева Д.

### 2013-2019 жылдар аралығында солтүстік жарты шардағы құмістік бұлттар өрісінің даму серпіні

**Түйіндеме.** AIM миссиясының іске асырылуы кезеңінде құміс бұлттар өрістерінің дамуының бақылау деректерінің біртектес қатарының болуы авторларға негұрлым өкілдік материалда олардың негізгі сипаттамаларын өзгертудегі жалпы үрдістер туралы қорытындыларды нақтылау туралы сұраққа қайта оралуға мүмкіндік берді.

Жердің солтүстік жарты шарының мезосфералық құміс түстес бұлттарының параметрлерінің ішіндегі және маусымаралық өзгерістерінің сипаты, олардың ауданы (маусым ішіндегі ағымдағы, максималды және интегралдық), олардың маусымдардағы ұзақтығы максимумдарының, осы сипаттамалардың маусымаралық өзгерістерінде мүмкін болатын трендтерін анықтау болады. Жұмыс барысында құміс түстес бұлттар өрістерінің ер түрлі маусымдардағы тәуліктік бейнелерінің, яғни бастапқы деректердің айырмашылықтары ескерілді.

Солтүстік жарты шардағы 2007-2012 және 2013-2019 жылдары аралығында құміс түстес бұлттардың өрістерінің дамуындағы айырмашылықтары көрсетілген. Атап айттар болсақ, 2013-2019 жылдар аралығындағы мезосфералық құміс түстес бұлттар алқабының маусымдық дамуы ішіндегі параболалық аппроксимациясы негұрлым түрақты сипатқа ие болған. Сонымен қатар, жаһандық бұлттылық өрісінің ауданы абсолюттік максимум көлемі бойынша да, интегралдық көрсеткіштер бойынша да біршама есті. Бұл ретте маусымдардың ұзақтығы мен бұлтты алғаның барынша даму күндері елеулі өзгерістерге ұшыраған жок.

**Кілт сөздер:** мезосфералық құміс түстес бұлттар, мезосфералық бұлттың ауданы, құміс түстес бұлттардың аумағын тарату картасы

УДК 681.51: 628.8

**B.Orazbayev, D. Zinagabdenova, K. Orazbayeva, R.Tuleuova, Zh.Ashim**

(L.N. Gumilev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan)

E-mail: [batyr\\_o@mail.ru](mailto:batyr_o@mail.ru); [z.dariga@mail.ru](mailto:z.dariga@mail.ru); [kulman\\_o@mail.ru](mailto:kulman_o@mail.ru); [Tuleuova\\_79@mail.ru](mailto:Tuleuova_79@mail.ru); [ashim\\_zh@mail.ru](mailto:ashim_zh@mail.ru))

## PROBLEMS OF ACCOUNTING AND GAS BALANCE AND APPROACHES TO THEIR SOLUTION

**Abstract.** The results of a study of gas metering and gas balance problems are presented, approaches to solving metering problems using automated systems and minimizing gas disbalance are proposed. The main factors causing the occurrence of an imbalance in gas accounting are determined. In order to effectively solve the problem of imbalance in gas metering, it is proposed that a unified multilevel gas metering system be introduced into the gas transportation and distribution complex, from the field to the final consumer. The main tasks to be solved by a unified gas metering system are described. The basic principles of building a unified gas metering system are identified: level-by-level nodal accounting; a single measurement base, which is based on a hierarchical decrease in the average error of flow measurement at each level; universal accounting with end consumers; centralization and automation of the collection of consumption data from all levels of the regional company and their automatic processing.

**Key words:** gas metering, gas balance, imbalance, unified gas metering system, measurement error, automation of data collection g.

**Б.Б. Оразбаев<sup>1</sup>, Д.Р. Зинаабденова<sup>1</sup>, К.Н. Оразбаева<sup>2</sup>, Р.У. Тулеуова<sup>3</sup>, Ж. Ашим<sup>3</sup>**

(<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г.Нур-Султан,

<sup>2</sup>Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Казахстан, г. Нур-Султан,

<sup>3</sup>Атырауский государственный университет им. Х.Досмухамедова, Казахстан, г.Атырау)

## ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА И БАЛАНСА ГАЗА И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ

**Аннотация.** Приведены результаты исследования проблем учета и баланса газа, предложены подходы к решению вопросов учета с помощью автоматизированных систем и минимизации дисбаланса газа. Определены основные факторы, вызывающие возникновения дисбаланса в учете газа. Для эффективного решения проблемы дисбаланса при учете газа предлагается внедрить в систему поставки и распределения единую многоуровневую систему учета газа. Описаны основные задачи, решаемые единой системы учета газа. Определены основные принципы построения единой системы учета газа: поуровневый узловый учет и единая база измерений. Выявлено, что эти принципы основываются на: взаимосвязанном, многоуровневом снижении погрешности измерения объема газа; полный учет газа у потребителей; автоматический сбор информации о расходах газа на всех уровнях и автоматизация обработки собранных данных.

**Ключевые слова:** учет газа, баланс газа, дисбаланс, единая система учета газа, погрешность измерения, автоматизация сбора данных.

**1. Введение.** В настоящее время вопросы учета и экономии энергоносителей, в том числе газа является весьма актуальной задачей экономики [1]. Газ также является товаром и предметом коммерческих сделок между добывающей, газотранспортными компаниями, поставщиками газа и конечными потребителями. Поэтому вопросы учета газа имеет важное научно-практическое значение [2].

Общие запасы природного газа в Казахстане 1,7 трлн. м<sup>3</sup>. Крупные газовые месторождения: Озен, Караганда, Жанажол, Кенбай, Амангельды и др. По территории Казахстана проходят магистральные газопроводы. Транспортировкой и поставками газа на внутренний рынок занимается национальная компания «КазТрансГаз» [3].

В качестве одной из главных проблем при транспортировке и распределения газа можно отметить несовпадение балансов, т.е. дисбаланс газа. Дисбаланс возникает из-за разницы объема газа при учете его от поставщиков к потребителем [4, 5]. Дисбаланс при учете газа в основном возникает из-за следующих факторов: погрешности в измерении объема газа; отсутствие средств достоверного учета газа; потери газа [6]. А утечки газа из агрегатов транспортировки и распределения газа, несанкционированный отбор газа с трубопроводов, аварии и другие могут стать причинами потери газа.

При распределении энергетических ресурсов потребителям, в том числе природного газа по газораспределительным системам, объемы поставленного  $V_{пост}$  и потребленного газа  $V_{потреб}$  не всегда равны друг другу. Разница в объемах  $V_{пост}$  и  $V_{потреб}$  является небалансом, разбалансом или дисбалансом:  $V_{дисб} = V_{потреб} - V_{пост}$ .

Величина дисбаланса газа непосредственно влияет на качество работы газоснабжающей системы. Потому что если значения дисбаланса отрицательные, то поставщик будет нести значительные материальные потери и в системе газоснабжения имеются потери (утечка газа или неточность измерительных приборов газа). Добраться нулевого баланса в учете газа невозможно, но крайне важно довести его к минимальному значению в границах выбранной степени достоверности [7]. Решение данной проблемы возможно, если внедрить в сложной и разветвленной системе транспортировки и распределения газа – от магистрального газопровода и до конечного потребителя газа – единой многоуровневой системы учета газа.

Единая система учета (ЕСУ) газа позволяет на всех уровнях газораспределения получить высокую достоверность измерения расхода газа. На основе этих измерений производится коммерческий расчет и сведения баланса «подача – потребление» газа; ЕСУ должна обеспечить возможность эффективного использования измерения объемов газа для совершенствования технологического контроля, как результат повлиять на снижение потерь газа и других затрат.

К основным принципам построения единой системы учета газа относятся: поуровневый узловый учет и единая база измерений. Перечисленные принципы основываются на: взаимосвязанном, многоуровневом снижении погрешности измерения объема газа; полный учет газа у потребителей; автоматический сбор информации о расходах газа на всех уровнях и автоматизации обработки собранных данных.

Целью настоящей работы является исследования проблем учета и баланса газа, принципов построения единой системы учета газа и предложения подхода к решению проблем дисбаланса газа при учете его.

**2. Постановка задачи и методы исследования.** Для исследования и эффективного решения вопросов построения единой системы учета и для сведения дисбаланс в учете газа к его минимуму в границах определенной степени достоверности, необходимо описать основные принципы построения ЕСУ РК и применить научно-обоснованные методы при определении баланса газа. Для проведения исследования решаемой проблемы используются методы прогнозирования и математической статистики [8], методы системного анализа [9], методы проектирования автоматизированных систем [10], а также методы измерения и расчета балансов [6, 11].

Для построения автоматизированных систем учета газа и определения баланса газа в условиях дефицита исходной информации, могут быть использованы дополнительная нечеткая информация. Такая нечеткая информация представляет собою знания, опыт и суждение специалистов-экспертов предметной области, по проблемам учета и определения баланса газа, выраженная на естественном языке [12, 13].

**3. Результаты исследования - основные принципы построения системы учета газа и метод определения баланса газа.** При построении эффективной системы учета газа необходимо использовать принципы: поуровневого узлового учета; единой базы измерений. Принцип единой базы измерений позволяет минимизировать погрешности при определении объема газа на каждом уровне; системного учета у пользователей газа. Также данные принципы позволяет централизовать измерения и учета газа; автоматизировать сбор и обработки информацию о потреблении газа на всех уровнях. Исследуем и рассмотрим основы используемых при построении системы учета газа принципов.

#### *Принцип поуровневого узлового учета.*

*Уровень 0 – магистральный газопровод* подающий газ газораспределительными станциями (ГРС), где происходит процесс редуцирование, одаризация и измерение газа который передается в региональную газораспределительную компанию.

*Уровень 1 – газопроводы высокого давления* (1 категории) распределительной сети, газопровод после ГРС. Давление газа, на 1 – уровне газопровода, может быть 6–12 бар или 3–6 бар. Газопроводы высокого давления передают газ в систему газорегуляторных пунктов (ГРП) или шкафные распределительные пункты (ШРП).

*Уровень 2 – газопроводы среднего давления.* Давление газа на 2 – уровне газопровода колеблется от 0,05 до 3 бар. Обычно, по этим газопроводам газ подается в отдельные районы города с большой концентрацией застройки. Эти газопроводы среднего давления позволяет редуцировать газ до безопасного низкого давления бытового потребления газа – менее 0,05 бар на 3 – уровень. При этом процесс редуцирования реализуется с помощью ГРП или ШРП.

*По 3 – уровню газопровода, газ низкого давления* поступает к конечным потребителям.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема многоуровневой газовой сети.

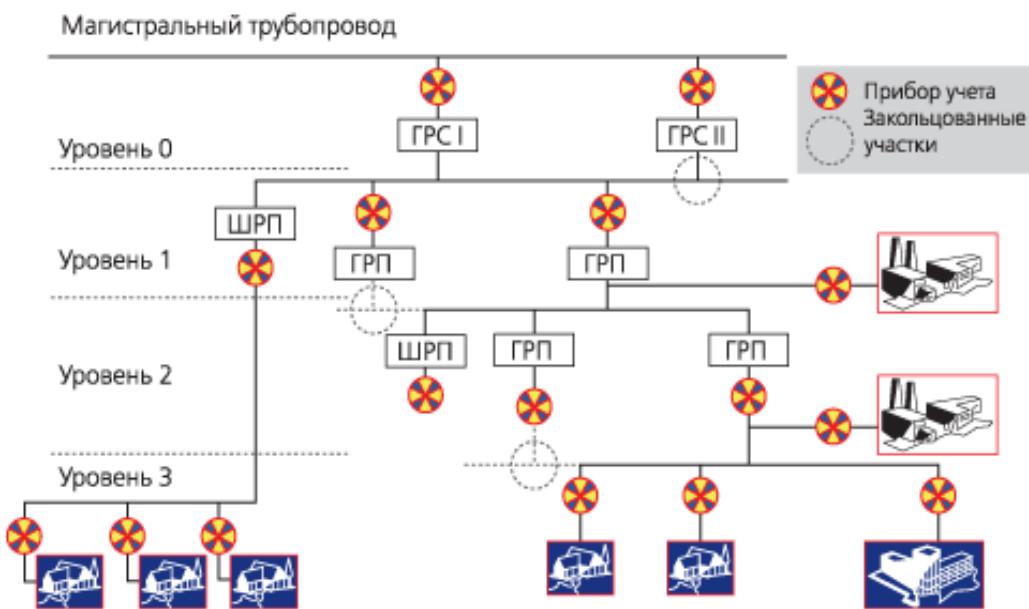


Рис. 1. Принципиальная схема многоуровневой газораспределительной системы

Количество уровней газораспределительной системы, в которых реализуется процесс регулирования, распределения и учета газа зависит от того, сколько конечных потребителей газа имеются в системе и от типа этих потребителей.

Внедрение принципа поуровневого учета позволяет оснащать всех точек регулирования, распределения и потребления газа в сети региональной компании приборами учета. С помощью данного принципа можно определить основные требования к единой базе измерительных средств, которая имеет иерархическую структуру, построить математическую модель газотранспортной и распределительной системы, а также разработать алгоритмы оперативного контроля и управления им.

*Принцип единой базы измерений.* Внедрение в рамках ЕСУ и баланса газа данного принципа позволяет на каждом вышепрежнем уровне снизить погрешности измерения объема; расширяет динамического диапазона измерения на каждом нижележащем уровне; достигнуть максимальный учет факторов, изменяющих параметры газа на пути его транспортировки от уровня к уровню при приведении его к нормальным условиям.

Основанный на этих положениях выбор измерительной приборной базы с последующей автоматизацией сбора, накопления и обработки данных позволяет максимально уменьшить и удерживать в прогнозируемых пределах достоверности, такие составляющие дисбаланса в учете газа, как погрешность измерения объема и отсутствие достоверного учета газа.

Опишем суть еще некоторых принципов, используемых при построении ЕСУ газа.

*Принцип повсеместного учета у конечных потребителей.* В данный момент в основном все ГРС и многие коммунально-коммерческие потребители оснащены узлами учета газа (УУГ), а оснащенность бытовых потребителей газа еще недостаточно, примерно составляет 10–12%. Последние показатели, т.е. низкий уровень оснащенности бытовых потребителей не позволяет получить достоверную информацию баланса газа о распределения и потребления газа.

*Принцип централизованного и автоматического сбора и обработки информации о потреблениях со всех уровней региональной компании.* Данный принцип позволяет автоматизировать

информацию о балансе на уровнях региональной компании; автоматизировать процесс выставления счетов конечным потребителем за газ и услуги доставки. Кроме того принцип централизованного и автоматического сбора и обработки информации позволяет контролировать факторов, которые вызывают разбаланс, а также реализовать процессы по устранению их.

Если производится повсеместный учет газа на всех уровнях региональной компании, то имеется возможность обеспечить максимальную эффективность от внедрения ЕСУ. В этом случае газораспределительная система должна объединить всех абонентов и узлов учета многоуровневой структуры в единое информационное пространство [14, 15]. Необходимо отметить, что погрешность УУГ возникает и у поставщиков газа, и у потребителей газа. Поэтому следует проанализировать относительную погрешность с узлов учета газа потребителей. С этой целью введем функцию

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_i) \quad [7]:$$

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_i) = x_1 + x_2 + \dots + x_i, \quad (1)$$

В формуле (1) приняты следующие обозначения:  $y$  — общий объем, расход газа потребителей;  $x_1, x_2, \dots, x_i$  — объем газа  $i$  — ГО потребителя.

На основе законов математической статистики, для расчета абсолютной погрешности используем формулу:

$$\Delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \Delta x_1\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_2} \Delta x_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \Delta x_i\right)^2}, \quad (2)$$

В формуле (2)  $\Delta y$  — суммарное значение абсолютной погрешности, полученной при измерении объема газа;  $\Delta x_i$  — значение абсолютной погрешности, полученной при измерении расхода газа  $i$  — ГО абонента.

Для расчета относительной погрешности можно применить формулу:

$$\frac{\partial y}{y} = \frac{\Delta y}{y}. \quad (3)$$

Далее подставляя в формулу расчета относительной погрешности (3) выражения (1) и (2) получим выражение (4):

$$\frac{\partial y}{y} = \frac{\sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \Delta x_1\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_2} \Delta x_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \Delta x_i\right)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_i}. \quad (4)$$

Так как  $y = F(x_i)$ , для вычисления частного производного применяется выражение:

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = \frac{\partial F}{\partial x_2} = \frac{\partial F}{\partial x_i} = 1.$$

С учетом этого формулу (4) можем записать в виде [7]:

$$\frac{\partial y}{y} = \frac{\sqrt{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2 + \dots + (\Delta x_i)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_i}. \quad (5)$$

С целью вычисления оценочных значений абсолютной и относительных погрешностей узлов учета газа абонентов проанализируем статистических данных ГРС исследуемого участка магистрального газопровода «Сарыарка». К этому ГРС привязаны 5 абонентов. Допустим этим 5 потребителям газ поставляется только с данного ГРС (табл.1).

Таблица 1. Данные газопотребления с выбранной ГРС, м<sup>3</sup>

№	Объем потребления, $x_i$ , м <sup>3</sup>	Отн. погрешность $\delta x_i$ , %	Абс. погрешность $\Delta x_i$ , м <sup>3</sup>
1	110 520	1,32	1590
2	102 120	1,25	1278
3	45 425	1,35	870
4	132 733	1,03	2475
5	90 340	1,12	1125

По данным таблицы 1 и с применением формулы (5) рассчитывается относительная погрешность  $\delta y$ :

$$\begin{aligned}\delta y &= \frac{\sqrt{(\Delta x_1)^2 + (\Delta x_2)^2 + (\Delta x_3)^2 + (\Delta x_4)^2 + (\Delta x_5)^2}}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5} = \\ &= \frac{\sqrt{1590^2 + 1278^2 + 870^2 + 2475^2 + 1125^2}}{110520 + 102120 + 45425 + 132733 + 90340} = \frac{\sqrt{12309534}}{481138} \approx 0,007\%.\end{aligned}$$

Как видно, относительная погрешность  $\delta y = 0,007\%$  намного меньше значений относительных погрешностей  $i$  – ГО абонента. А это означает, что нельзя применить формул (2) и (5). Поэтому применение данных расчетов к исследуемой модели не обосновано.

Значение дисбаланса газа характеризуется случайностью. Поэтому для оценки его значения можно использовать метод, основанный на вычисление дисперсия. Так как разбаланс может иметь и положительный и отрицательный знак, не упростить вычисления путем определения всех возможных отклонений случайной величины, а потом вычислить среднее значение. Значению дисперсии следует определить по формуле:

$$D(x_i) = M(x_i^2) - [M(x_i)]^2 \quad (6)$$

В формуле (6)  $M(x_i^2)$  – математическое ожидание квадрата случайной величины  $x_i$ ;  $[M(x_i)]^2$  – квадрат математического ожидания случайной величины  $x_i$ ;  $D_i$  – значение дисперсии абонента. В свою очередь  $M(x_i)$  определяется по формуле;

$$M(x_i) = x_i p_i \quad (7)$$

здесь новое обозначение  $p_i$  – означает вероятность появление случайной величины  $x_i$ .

На практике все УУГ имеют калибровочные кривые. Эти кривые показывают зависимость между предельной относительной погрешности и расхода газа. В данной работе используем стандартную калибровочную кривую [7].

На основании данных метрологических характеристик узлов учета газа необходимо построить таблицу относительных погрешностей пяти УУГ абонентов. Отметим, что единственным поставщиком газа для этих потребителей является исследуемая ГРС.

Допустим, что объем газа  $i$  – ГО потребителя является максимальным. Исходя из этого условия построим таблицу абсолютных погрешностей для всех  $x_i, i = 1, 5$  УУГ абонентов и для УГГ поставщика (таблица 2).

Таблица 2. Абсолютные погрешности УУГ потребителей (1–5) и УУГ поставщика (6), м<sup>3</sup>

№	0,1Q <sub>max</sub>	0,2Q <sub>max</sub>	0,4Q <sub>max</sub>	0,6Q <sub>max</sub>	0,8Q <sub>max</sub>
1	128	250	410	697	1005
2	110	212	395	505	715
3	54	101	195	370	510
4	152	287	490	885	1610
5	105	200	465	810	1480
6	422	738	1286	1876	2648

На практике обычно УГГ абонентов и поставщика функционирует в области номинальных режимов. В этой связи можно допустить, что значение расхода газа находится в пределах  $0,1Q_{\max} - 0,8Q_{\max}$  с одинаковой вероятностью:  $p = \frac{1}{5} = 20\%$ .

Теперь на основе приведенных данных определим значения математического ожидания  $M(x_i), M(x_i^2)$  и дисперсии  $D(x_i)$  абсолютных погрешностей всех абонентов газа:

$$M(x_1) = 0,2 \cdot 128 + 0,2 \cdot 250 + 0,2 \cdot 410 + 0,2 \cdot 697 + 0,2 \cdot 1005 = 498;$$

$$M(x_1^2) = 0,2 \cdot 128^2 + 0,2 \cdot 250^2 + 0,2 \cdot 410^2 + 0,2 \cdot 697^2 + 0,2 \cdot 1005^2 = 348563,6;$$

На основе формулы (6) вычисляем  $D(x_i)$ :

$$D(x_1) = M(x_1^2) - [M(x_1)]^2 = 348563,6 - (498)^2 = 100559,6.$$

Аналогично вычисляем  $D(x_2), D(x_3), D(x_4), D(x_5)$ :

$$M(x_2) = 0,2 \cdot 110 + 0,2 \cdot 212 + 0,2 \cdot 395 + 0,2 \cdot 505 + 0,2 \cdot 715 = 387,4;$$

$$M(x_2^2) = 0,2 \cdot 110^2 + 0,2 \cdot 212^2 + 0,2 \cdot 395^2 + 0,2 \cdot 505^2 + 0,2 \cdot 715^2 = 195863,8;$$

$$D(x_2) = M(x_2^2) - [M(x_2)]^2 = 195863,8 - (387,4)^2 = 45785,04.$$

$$M(x_3) = 0,2 \cdot 54 + 0,2 \cdot 101 + 0,2 \cdot 195 + 0,2 \cdot 370 + 0,2 \cdot 510 = 246;$$

$$M(x_3^2) = 0,2 \cdot 54^2 + 0,2 \cdot 101^2 + 0,2 \cdot 195^2 + 0,2 \cdot 370^2 + 0,2 \cdot 510^2 = 87005;$$

$$D(x_3) = M(x_3^2) - [M(x_3)]^2 = 87005 - (246)^2 = 26489.$$

$$M(x_4) = 0,2 \cdot 152 + 0,2 \cdot 287 + 0,2 \cdot 490 + 0,2 \cdot 885 + 0,2 \cdot 1610 = 684,8;$$

$$M(x_4^2) = 0,2 \cdot 152^2 + 0,2 \cdot 287^2 + 0,2 \cdot 490^2 + 0,2 \cdot 885^2 + 0,2 \cdot 1610^2 = 744179,6;$$

$$D(x_4) = M(x_4^2) - [M(x_4)]^2 = 744179,6 - (684,8)^2 = 275228,56.$$

$$M(x_5) = 0,2 \cdot 105 + 0,2 \cdot 200 + 0,2 \cdot 465 + 0,2 \cdot 810 + 0,2 \cdot 1480 = 612;$$

$$M(x_5^2) = 0,2 \cdot 105^2 + 0,2 \cdot 200^2 + 0,2 \cdot 465^2 + 0,2 \cdot 810^2 + 0,2 \cdot 1480^2 = 622750;$$

$$D(x_5) = M(x_5^2) - [M(x_5)]^2 = 622750 - (612)^2 = 248206.$$

Также вычисляем значения математического ожидания  $M(y), M(y^2)$  и дисперсии  $D(y)$  абсолютной погрешности поставщика:

$$M(y) = 0,2 \cdot 422 + 0,2 \cdot 738 + 0,2 \cdot 1286 + 0,2 \cdot 1876 + 0,2 \cdot 2648 = 1394,$$

$$M(y^2) = 0,2 \cdot 422^2 + 0,2 \cdot 738^2 + 0,2 \cdot 1286^2 + 0,2 \cdot 1876^2 + 0,2 \cdot 2648^2 = 2581560,8,$$

$$D(y) = 2581560,8 - (1394)^2 = 638324,8.$$

Так как дисперсия суммарных независимых величин должна быть равна сумме этих незначимых величин, можем вычислить  $D(x)$  следующим образом:

$$D(x) = 100559,6 + 45785,04 + 26489 + 275228,56 + 248205 = 696267,2$$

Из полученных результатов видно, что значения дисперсии абсолютных погрешностей абонентов  $D(x)$  намного больше чем значения дисперсии поставщика  $D(y)$ :  $696267,2 > 638324,8$ . Это означает, что абсолютные погрешности УГГ имеют разные значения разброса. Поэтому эти разные разбросы приводят к постоянному наличию дисбаланса в системе газораспределения.

**4. Обсуждение результатов.** Предложенная структура единой системы учета региональной компании носит обобщенный характер и может адаптироваться к конкретным условиям выбранной региональной компании. Так, например, возможно привлечение на контрактных условиях сторонних организаций для выполнения тех или иных функций поддержки системы: обслуживанию узлов учета газа, считыванию показаний приборов и т. д.

Внедрение предлагаемую единую систему учета разделяются на следующие этапы:

- определение необходимой организационной структуры самой региональной компании;
- разработка плана оснащения приборами учета газа объектов региональной компании и потребителей газа;
- разработка архитектуры базы данных единой системы учета газа и алгоритмов их обработки для анализа и прогнозирования;
- внедрение системы автоматизированного считывания данных с ключевых участков газовой сети;
- поэтапное внедрение учета газа на всех уровнях газораспределительной сети.

Поэтому наиболее рациональным подходом является определение разумных и прогнозируемых пределов дисбаланса, учтенного в цене на газ.

**5. Заключение.** В работе исследованы проблемы учета и баланса газа и предложены подходы к их решению. Показано что дисбаланс, который возникает при учете расхода газа от поставщика к абонентам вызывает проблему коммерческих отношений при поставке и распределении газа.

Определено, что качество работы газоснабжающей системы зависит от величины дисбаланса. Поэтому ставится задача минимизации дисбаланса в границах заданной степени достоверности. Для решения проблемы дисбаланса предлагается внедрить в газотранспортную и газораспределительную систему, которая охватывает от месторождения газа до конечных абонентов газа, многоуровневую единую систему учета газа. Описаны основные задачи, решаемые единой системы учета газа. Рассмотрены основные принципы построения единой системы учета газа.

Получены следующие основные выводы:

- Дисбаланс газа, хотя неизбежен, но имеются возможность минимизировать его величину.
- можно ликвидировать причин дисбаланса газа или минимизировать их влияния с помощью статистических методов.
- путем разработки и внедрения компьютерных систем, которые позволяют вести расчеты в режиме on-line можно прогнозировать величины дисбаланса газа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Novikov Y.Yu. Natural gas is the fuel of the 21st century // Economic Sciences. –2014. –№ 25. –P. 5-17.
- [2] Khvorov G.A., Akopova G.S., Evstifeev A.A. Reducing natural gas losses during transportation through the gas pipelines of OAO Gazprom // Gas industry. –2013. –№ 12. –P. 66–69.
- [3] Kapustin N.O., Grushevenko D.A. Experience in gas projects Rosgaz // Oil Gas Sci. Technol. –2019. –V. 74. –P. 72-89.
- [4] Игнатенко А.Б. Определение причин разбаланса газа в системе «поставщик – потребитель» // Газовая промышленность. –2015. –№ 6. –С. 20–22.
- [5] Саликов А.Р. Разбаланс в сетях газораспределения // Газ России. –2015. –№ 4. –С. 36–41.
- [6] Белов Д.Б., Игнатьев А.А., Соловьев С.И. Проблема погрешности измерений при коммерческом учете ресурса (на примере поставки природного газа) // Методы оценки соответствия. –2012. –№ 9. –С. 20–24.
- [7] Тухбатуллин Ф.Г., Семейченков Д.С. О причинах разбаланса природного газа в системе газораспределения и методах прогнозирования его величины // Территория «НЕФТЕГАЗ». –2017. –№ 6. –С. 14–20.
- [8] Павловский М.А. Применение методов математической статистики для анализа причин дисбаланса транспорта природного газа в трубопроводной газотранспортной системе // Нефтегазовое дело. –2017. –№ 1. –С. 69–74.
- [9] Pavlov S.Yu., Kulov N.N., Kerimov R.M. Improvement of Chemical Engineering Processes Using Systems Analysis // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2016. –V. 53. – № 2. – P. 117–133.
- [10] Варжапетян А.Г. Системы управления: исследование и компьютерное проектирование. - М.: Вузовская книга, 2012. - 328 с.
- [11] Субботин Е.А. Методы и средства измерения. –М.: Недра, 2017. - 224 с.
- [12] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2014. –V. 48. – № 4. –P. 138–149.
- [13] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Kurmangaziyeva L.T., Makhatova V.E. Multicriteria optimisation problems for chemical engineering systems and algorithms for their solution based on fuzzy mathematical methods // EXCLI Journal. –2015. –V.14. – P. 984–998.
- [14] Яхонтов Я. Малотоннажные СПГ для развития газовой инфраструктуры Республики Казахстан // Сборник докладов НТС «KAZENERGY». 2019. Т.1. –С. 239-250.
- [15] Müller M.W. Soehlingen Z 13 tight gas project - New technologies to drill and complete a horizontal well for multiple fractures // Oil Gas European Magazine. –2019. –V. 116. –№ 7. –P. 376-381

Оразбаев Б.Б., Зинаабденова Д.Р., Оразбаева К.Н., Тулеуова Р.У., Ашим Ж.

**Газды есептеу және балансын анықтау мәселелері мен оларды шешу тәсілдемелері**

**Түйіндеме.** Газды есептеу мен оның балансын анықтау мәселелерін зерттеу нәтижелері көлтірілген, газды есептеу сұраптарын автоматтандырылған жүйелер көмегімен шешу және газ тенгерімсіздігін минимизациялау тәсілдемелері ұсынылған. Газды есептеуде тенгерімсіздіктің (дисбалан) пайда болуына себепкер болатын негізгі факторлар анықталған. Газды есептеуде тенгерімсіздік мәселесін тиімді шешу үшін, кен орнынан соңғы тұтынуышыға дейін газ тасымалдау және тарату кешеніне бірыңғай көпденгейлі газ есептеу жүйесін ендіру ұсынылады. Газды бірыңғай есептеу жүйесінде шешілетін негізгі есептер сипатталған. Газды бірыңғай есептеу жүйесін құрудың негізгі принциптері анықталған: деңгейлер бойынша тораптық есеп; әр деңгейде шығынды өлшеудегі орташа қателікті иерархиялық төмendetуге негізделген өлшедің бірыңғай базасы; соңғы тұтынуышылардағы жаппай есептеу; аймақтық компанияның барлық деңгейлеріндегі тұтыну жайында деректерді жинауды автоматтандыру және орталықтандыру және оларды автоматты өңдеу.

**Кілттік сөздер:** газды есептеу, газ балансы, тенгерімсіздік, газды есептеудің бірыңғай жүйесі, өлшеу ауыткуы, деректерді жинауды автоматтандыру.

701-781-9639; e-mail: [batyr\\_o@mail.ru](mailto:batyr_o@mail.ru)

УДК 004.93'11

**<sup>1</sup>K. S. Maulenov, <sup>2</sup>S. A. Kudubayeva**

(<sup>1</sup>Kostanay state university named by A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan

<sup>2</sup>Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: [k\\_maulenov@inbox.ru](mailto:k_maulenov@inbox.ru))

## THE PROBLEM OF FACIAL IMAGE RECOGNITION USING THE MONTE CARLO METHOD

**Abstract.** The article presents an Express method for face image recognition, based on the generation of randomly distributed points on the face image. A recognition algorithm is presented, which selects individual pixels, "randomly" evenly distributed throughout the original and recognizable images of faces, and then reduced to a vector of brightness characteristics. This connects the proposed approach with the Monte-Carlo statistical modeling method. It is shown that the developed algorithm and program can be used to model and study the problems of recognition of people by the phenotype of facial images.

**Keywords:** face recognition, sparse representation, static modeling

**<sup>1</sup>Қ.С. Мауленов, <sup>2</sup>С.А. Кудубаева**

(<sup>1</sup>Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай мемлекеттік университет, Қостанай, Қазахстан

<sup>2</sup>Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университет, Нур-Султан, Қазахстан

E-mail: [k\\_maulenov@inbox.ru](mailto:k_maulenov@inbox.ru))

## МОНТЕ-КАРЛО ӘДІСІ АРҚЫЛЫ БЕТ БЕЙНЕЛЕРІН ТАНУ МӘСЕЛЕЛЕРИ

**Аннотация.** Макалада тұлғаның бейнесіндегі кездейсок бөлінген нүктелерді генерациялауға негізделген, адамдардың бейнелерін тану бойынша экспресс әдіс ұсынылған. Адамдардың барлық бастапқы және танылатын бейнелері бойынша біркелкі бөлінген «кездейсок түрде» жеке пиксельдер таңдалатын және бұдан әрі жарқын белгілер векторына қосылатын тану алгоритмі ұсынылған. Бұл ұсынылып отырган тәсілді Монте-Карло статистикалық модельдеу әдісімен байланыстырады. Әзірленген алгоритм және бағдарлама бет бейнелерінің фенотипі бойынша адамдарды тану міндеттерін модельдеу және зерделеу үшін пайдаланылуы мүмкін екендігі көрсетілген.

**Кілт сөздер:** бет тану, сирек көрініс, статикалық модельдеу

### Кіріспе.

Егер тану жүйелерінде енгізілетін эталондар базасын дайындау рәсімін алғып тастайтын болсақ, негізгі есептеу (уақытша) шығындары бастапқы суреттерді жіктеумен байланысты болатыны ақырат. Бұл жағдайда, тану жүйесіндегі есептеудің құрделілігі әрбір дерекқордың класындағы бір сурет түрғысынан санағанда белгілер өлшемінің мәнімен байланысты [1,2,3].

Әртүрлі тәсілдер көмегімен бастапқы суреттің белгілер вектор кеңістігі әлдеқайда азайтылуы мүмкін [4]. Олардың арасында суреттерді сирек бейнелеу идеясындағы әдіс ең көп артықшылықтарға ие [5]. Оның нақты дәлелі [4, 5] жұмыстарында негізін алған Random әдісі.

Бұл тәсілде адамның беті бейнелген суретке «кездейсоқ түрде» біркелкі бөлінген нұктелер алынып, жарықтылық белгілерінің векторына айналады. Тәсілдің іске асыру тәртібі (параметрлері 0 және 1) біркелкі үлестірілген кездейсоқ сандар генераторында негізделген. Осылайша, алынған кездейсоқ сандар түпнұсқалық суреттегі пиксельдердің координаттарын анықтайды, олардың жарықтығы түпнұсқа суреттің белгілер жиынтығын анықтайды [5].

Өткізілген эксперименттер бір кластың барлық векторларының жұптарының арасындағы корреляцияда 0,9 кем емес екенін көрсетті. Бұл факт осы тәсілді «Y» осі бойымен тұлғалардың бұрышындағы кейбір шағын өзгерістермен, сондай-ақ «X» және «Z» осьтерінің бойындағы беттердің бұрышындағы өзгерістермен тану мәселелерінде бет суреттерін бейнелу мүмкіндігі бар екенін көрсетеді [5].

Осылайша, адам беті суреттерінің сирек бейнелеу тәсілі келесі артықшылықтарға ие:

- суреттерді алдын-ала өндөу кезеңі болмауы;
- түпнұсқа суретті оның сирек бейнесі арқылы қайта қалпына келтіру мүмкіндігі;
- суреттен алынған белгілердің кеңістіктік бұрыльыстарға инварианттылығы;
- түпнұсқа суреттердің мөлшеріне инварианттылығы.

Бұл тәсілдің артықшылықтары жоғарыда аталған тізіммен шектелмейді [7].

Егер адамның бейнесіне кездейсоқ координаттарын генерациялау міндетті статистикалық әдіспен немесе статистикалық модельдеу арқылы шешілетін мәселеге түссе, онда статистикалық модельдеудің негізінде Монте-Карло әдісі болып табылады. Монте-Карло әдісінің негізі 0 және 1 интервал ішінде біркелкі бөлініп кездейсоқ сандардың пайда болуы белгілі. Егер осы деректерді шешетін мәселеге жобалайтын болсақ, онда бұл жағдайда интервал барлық белгілер кеңістігі (сурет өлшемдері) болады және шектеулі функция адамның беті болады. Сондықтан, шешуге қажет мәселе ол ең жақсы кездейсоқ сандар генерациясын зерттеу және іріктеу. Сондай-ақ, танудың нәтижесі таңдалған пиксельдер санына, кездейсоқ шамалардың пайда болу және таралу туралы заңдарына, бастапқы эталондар санына байланысты екенін атап өткен жөн.

Егер эталондардың, пиксельдердің саны, кездейсоқ шамалардың таралу заны, бағдарламада тәжірибелерімен анықталатын болса, бет суретіндегі нұктелер (пиксельдер) орналасқан жер әр уақытта кездейсоқ шамалардың генераторы арқылы анықталады, соған қарағанда тану нәтижесіде әр түрлі болуы мүмкін. Осылан байланысты белгілі бір деректер базасы үшін, тану дәлдігі ең жоғары болатын кездейсоқ нұктелерді табу арқылы, тану дәлдігін жоғарылатуға болады. Мысалы, кіруді бақылау жүйесі сияқты мәселеде. Ондай жүйелерде эталондар базасы алдын-ала белгілі, және іс жүзінде жиі өзгермейді. Бұл деректерді көп мәрте қайталайтын эксперименттер әдісі (сынақ және қате әдісі) арқылы табуға болады. Эрбір жаңа генерациядағы тану нәтижелерін алдыңғы нәтижемен салыстыра отырып, ең жоғары нәтиже болған кездейсоқ нұктелердің генерациясын сактау арқылы. Бұл тәсіл көптеген эксперименттерді қажет етеді. Мәселені женілдету жолы, ол барлық қажетті іс-қимылдарды, дәлірек айтқанда: жаңа нұктелерді генерациялау, эрбір генерацияда тану нәтижелерін салыстыру, үздік нәтижелерді жазу процестерін автоматтандыру, яғни бағдарлама жазу. Мұндай бағдарламаның жұмыс схемасы тіркеу және тану кезеңімен бірге 1-суретте көрсетілген.

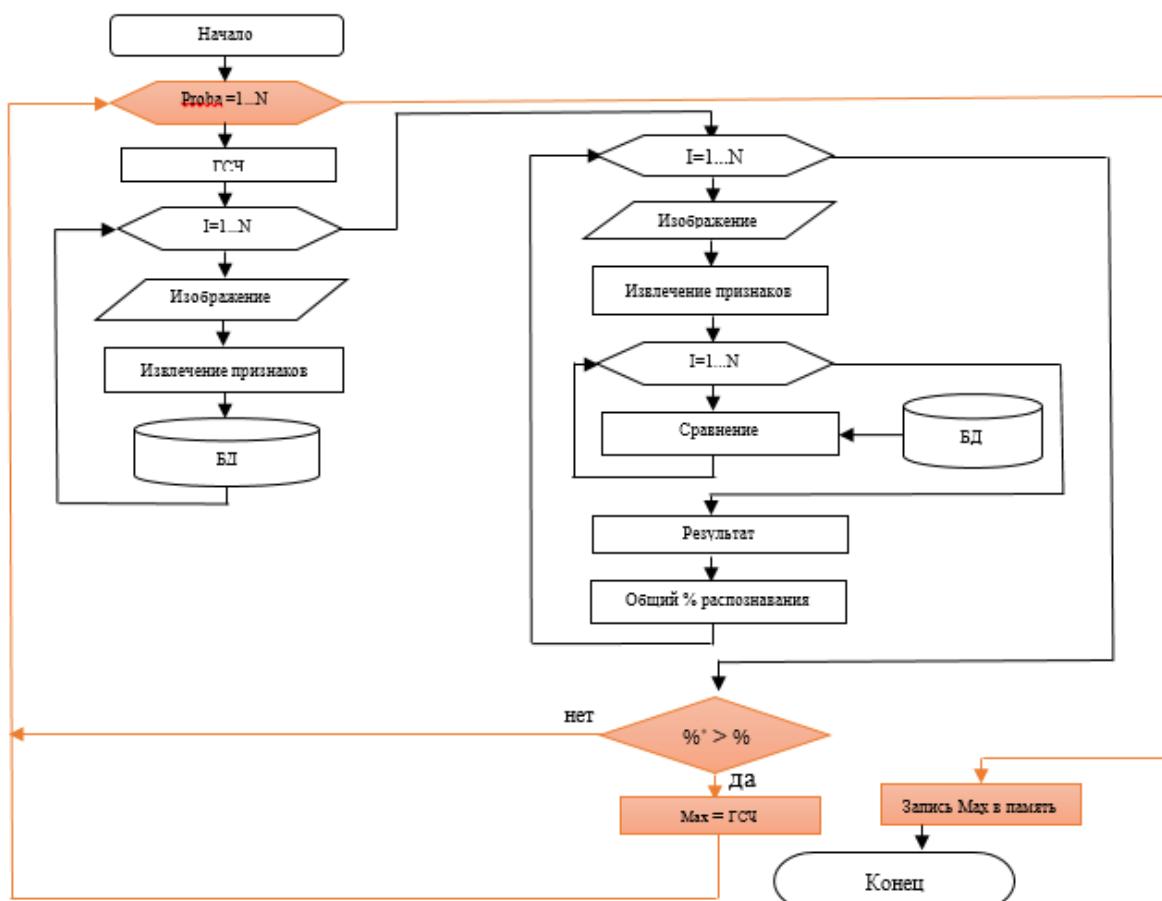
Монте-Карло әдісімен ең жақсы генерацияны іздеу және сактау процесі төмендегі ретте жүргізіледі:

1. Бағдарламаның басында эталондарды оқыту және қайта құрылған координаттар бойынша тану процестерін бірнеше рет қайталау үшін, цикл ашылады.
2. Бет бейнесі бар суретіне нұктелерді түсіру үшін, сывықтық конгруэнт әдісімен кездейсоқ координаттар жасалады.
3. Цикл ішінде эталондық суреттер ұсынылады.
4. Бет бейнесі бар түскен суретке үшінші қадамда жасалған координаттар бойынша нұктелер қойылады.
5. Белгілердің жарқын мәндері алынып, белгілер векторына жазылады.
6. Алынған белгілер векторы эталондар базасына жазылады.
7. Содан кейін сынақ суреттерімен тану процесі жүргізіледі.
8. Сынақ суреттінен, үшінші қадамда жасалған кездейсоқ нұктелер бойынша белгілер алынады.
10. Содан кейін класификатор ең жақын (ұқсас) суретті табу үшін, цикл қайта ашылады.

Процесс цикл аяқталғанға дейін барлық эталондық суреттер үшін қайталаңады.

11. Келесі қадамда тану нәтижесі және танылған тұлғалардың жалпы пайызы шығарылады. Жалпы пайыз (%) табылған суреттердің санына тең.

12. Осыдан кейін бағдарлама алдыңғы генерацияға қарағанда танудың жаңа пайызын (%) тексереді. Егер іә болса, онда тах айнымалы бұл генерацияны есте сақтайды және нүктелердің жаңа генерациясына қайта оралады, егер жоқ болса, бағдарлама тах айнымалысын өткізеді және бірден жаңа генерацияға барады.



**1-сурет.** Монте-Карло әдісімен ең жақсы генерацияны іздеу және сактау алгоритмі

Осылайша, бағдарлама генерациялаудың қажетті санын өткізеді және осы генерациялар бойынша тануды жүргізеді. Сонымен катар, осы итерация санын бағдарлама әзірлеушісі белгілейді, жүз және одан да көп итерация жасауға болады және осылайша нақты базага арналған нұктелердің ең жақсы генерациясын табуға болады.

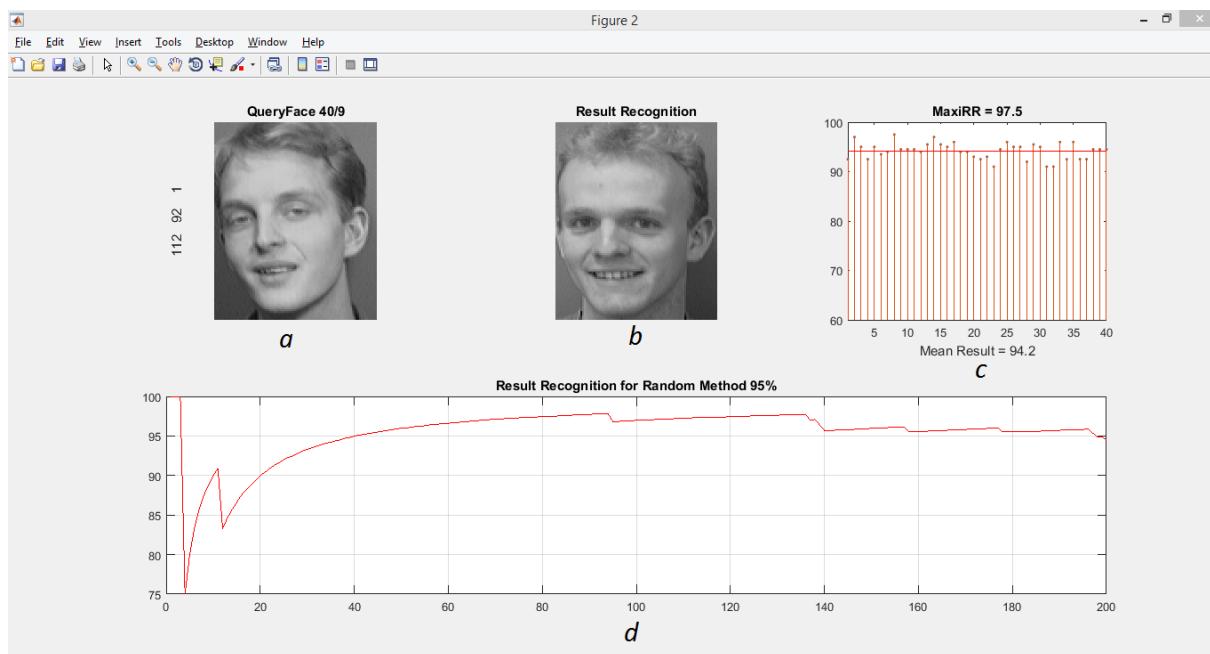
Эксперимент жүргізу үшін, Olivetti компаниясының ғылыми-зерттеу зертханасында дайындалған, 40 адамның 400 фронтальды суреті бар, ORL бет бейнелерінің базасы таңдалды. Бейнелерде бет айналасындағы контраст пен жарықтығының өзгерістері, бет елшемдерінің әр түрлі өзгерістері, X, Y, Z осьтері бойынша ( $\pm 30^\circ$  дейін) бастың бұрылуы, бет мимикасының және сыйылған болшектердің өзгеруі бар.

Орындалған эксперименттер моделі тәмендегідей көрінеді:

ORL(40/L/10-L/CV) {Random:  $112 \times 92 \rightarrow 200$ } [KMP/L1/rank=1]

мұнда 40 мәні – топттар саны, L – эталондар саны, 10 - L – тестілік суреттер саны, CV – кросс-тексеру әдісін қолдану, Random-белгілерді экстракциялау үшін қолданылатын әдіс,  $112 \times 92$  – бастапқы сурет өлшемдері, 200 – белгілер векторының өлшемі, КМР – пайдаланылатын жіктеуіш (классификатор), бұл жағдайда минимум қашықтық жіктеуіші (Евклидтық қашықтық), L1 – метрика, rank – ранк.

2-суретте көрсетілгендей, әзірленген бағдарламаны сынау кезінде, ORL базасында автоматты режимде қырық түрлі генерацияны өткізу кезінде 97.5% - да тең нәтиже көрсетті.



**2-сурет.** Танудың ең жоғары дәлдігімен нүктелерді генерациялауды табу  
(*a – жүйенің кірісіндегі сурет табу керек, b – іздеу/тану нәтижесі, c – нүктелердің әрбір жаңа генерациясы  
үшін іздеу/тану дәлдігі, d – ағымдағы генерация үшін тану дәлдігі*)

### Қорытынды

Құрастырлған алгоритм мен бағдарлама адамдарды бет-әлпетінің фенотипіне сәйкес тану және модельдеу, зерттеу мәселелерінде пайдаланылуы мүмкін. Бет фенотипі таңдалған пиксельдердің бейнесі аймағындағы жарықтығымен анықталады.

Пиксельдер координаттарының бет бейнесі ерісінде орналасуы әрбір орындалған экспериментте кездейсоқ сандар генераторымен анықталады, бұл осы бағдарламаны Монте-Карло модельдеу әдісімен байланыстырады. Бағдарлама тану бойынша мамандарды оқыту үшін модельді ретінде, сондай-ақ осындағы міндеттерді шешу тәжірибесіндегі құрал ретінде кеңінен қолданылуы мүмкін.

Сондай-ақ сирек көрініс идеясына негізделген белгілерді экстракциялау алгоритмі компьютерлік көрүндің түрлі салаларында қолданылуы мүмкін. Мысалы, қажетті мазмұны бар суреттерді іздеу міндеттін шешетін «мазмұн бойынша іздеу» сияқты бөлімнің тапсырмаларын шешуде үлкен сандық бейнелер жиынтығында.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Кухарев Г.А. Поиск изображений лиц в больших базах данных // МИР ИЗМЕРЕНИЙ. (4). - 2009. – С. 22-30.
- [2] Jian Huang Lai, Pong C. Yuen, Guo Can Feng. Face recognition using holistic Fourier invariant features. Pattern Recognition 34 (2001) 95-109.
- [3] Ziad M. Hafed, Martin D. Levine. Face Recognition Using the Discrete Cosine Transform. Sivakasi, India. ISBN: 978-1-4577-2149-6.
- [4] Кухарев Г.А., Каменская Е.И., Матвеев Ю.Н., Н.Л. Щеголова. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – Спб.: Политехника, 2013. – 388 с.: ил.
- [5] David J. Beymer. Face Recognition Under Varying Pose. 1994 Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 1993. - Page. 6.
- [6] Мауленов К.С. Современная тенденция структуры систем поиска и распознавания лиц // Материалы международной научно-методической конференции «Байтурсыновские чтения – 2018» - Т. 2. - С. 52-55.
- [7] Мауленов К.С., Жарлыкасов Б.Ж., Чубаркова Е.В. Разреженное представление изображений в задачах распознавания с использованием идеи метода Монте-карло //Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки – 2019. - №2. – С. 35-38.
- [8] Мауленов К.С., Жарлыкасов Б.Ж. Методы экстракции признаков изображения с целью поиска и распознавания лиц // Новые информационные технологии в образовании и науке., - С. 114-117

[9] Мауленов К.С. Сравнительный анализ методов разреженного представления изображений для задач поиска и распознавания лиц. Университет ИТМО, Альманах научных работ молодых ученых, 2018 г.

[10] Мауленов К.С., Жарлыкасов Б.Ж., Чубаркова Е.В. Разреженное представление изображений в задачах распознавания с использованием идеи метода Монте-карло //Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки – 2019. - №2. – С. 35-38.

Мауленов К.С., Кудубаева С.А.

**Задача распознавания изображений лиц с использованием метода Монте-Карло**

**Резюме.** В статье представлен экспресс метод по распознаванию изображений лиц, основанный на генерации случайно распределенных точек на изображении лица. Представлен алгоритм распознавания, по которому выбираются отдельные пиксели, «случайным образом» равномерно распределенные по всему исходному и распознаваемому изображений лиц, и далее сводятся в вектор яркостных признаков. Это связывает предлагаемый подход с методом статистического моделирования Монте-Карло. Показано, что разработанный алгоритм и программа могут быть использованы для моделирования и изучения задач распознавания людей по фенотипу изображений лиц.

**Ключевые слова:** распознавание лиц, разреженное представление, статическое моделирование

УДК 004.93'11

**<sup>1</sup>K. S. Maulenov, <sup>2</sup>S. A. Kudubayeva**

(<sup>1</sup>Kostanay state university named by A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan

<sup>2</sup>Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: k\_maulenov@inbox.ru)

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF EXISTING FACE IMAGE SEARCH AND RECOGNITION SYSTEMS**

**Abstract.** The article presents a comparative analysis and evaluates the algorithmic complexity of the face image recognition systems, based on the methods Discrete Cosine Transform (DCT), Fourier Transform (FFT), Discrete Wavelets Transform (DWT), Principal Component Analysis for Face Recognition (PCA), Nearest Neighbor Discriminant Analysis (NNDA).

**Keywords:** recognition system, computational complexity, transformation, face search, face recognition.

**<sup>1</sup>К.С. Мауленов, <sup>2</sup>С.А. Кудубаева**

(<sup>1</sup>Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова, Костанай, Казахстан

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет имени Гумилёва, Нур-Султан, Казахстан)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ПОИСКА И РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ**

**Аннотация.** В статье приведен сравнительный анализ и произведена оценка алгоритмической сложности систем распознавания изображений лиц, основанных на методах дискретного косинус преобразования (ДКП), быстрого преобразование Фурье (БПФ), дискретного Вейвлет преобразования (ДВТ), анализа главных компонент (PCA), дискриминантного анализа ближайших соседей (NNDA), а также их комбинаций.

**Ключевые слова:** система распознавания, вычислительная сложность, преобразование, поиск лиц, распознавание лиц.

**Введение**

На сегодняшний день в области распознавания изображений лиц разработано огромное количество алгоритмов и подходов, существуют системы, использующие 3D модели лица, системы, использующие точные антропометрические параметры лица, графы – модели лиц и эластичные 2D-модели, и системы, в которых цифровое изображение представлено некоторыми примитивными признаками (физическими или математическими) [1].

Для задачи поиска лиц в потоке информации наиболее подходящими являются методы основанные на примитивных признаках, так как они более простые и имеют ряд достоинств. Во-первых, яркостные признаки естественным образом представляют цифровые изображения и сохраняют информацию о них при любых поворотах, плоских изменениях исходного изображения, при

масштабных изменениях и изменениях размера. Во-вторых, при помощи яркостных признаков достаточно легко выделить области интереса на лице, к примеру, с резким изменением перепадов яркости (градиентов). Данные градиенты будут соответствовать границам характерных областей лица – области глаз, бровей, носа, рта, границе лоб/ волосы, нижней части овала лица. Необходимо отметить, что на основе значений координат на границах характерных областей можно построить 3D-модели лицевой части головы, контурные граф-модели, 2D эластичные модели лица. По мимо этого системы основанные на представлении изображения яркостными признаками являются менее ресурсоемкими по сравнению с другими, и у них значительно меньший объем занимаемой памяти и менее затратные вычислительные операции. Учитывая все изложенное, становится ясно, что системы распознавания, в которых исходные признаки изображений с лицами определены через яркостные значения их пикселей, являются наиболее подходящими [1].

Системы распознавания, использующие в качестве признаков пиксели, для уменьшения размерности исходного пространства признаков в большинстве основываются на следующих методах: ДКП, БПФ, ДВТ, РСА, NNDA. Данные методы доказали свои достоинства и преимущества в реальных системах, которые показывают действительно хорошие результаты с большим процентом распознавания, несмотря на то, что существует огромное количество трудностей, которые состоят в том, чтобы распознать лицо независимо от ракурса, положения, условий освещенности и т.д. [5, 6, 9, 10, 12, 13]. Разные подходы и алгоритмы тем или иным способом решают эти проблемы. Но, конечно, не существует универсального метода для решения всех проблем, и каждый метод работает и решает проблематики в частности, то есть в зависимости от специализации и задачи системы, в основном это системы контроля доступа.

Проведем анализ данных методов и их комбинаций в системах распознавания.

Несмотря на большое разнообразие алгоритмов можно выделить общую структуру процесса распознавания.

Обнаружение объекта (лица), выравнивание (предобработка) геометрическое или яркостное, выделение признаков, и непосредственно распознавание, сравнение значений вычисленных признаков с содержащимися в базе эталонами.

Для удобства сравнения систем, модуль обнаружения не будет учитываться, к тому же задача детекции объекта (лица) является давной задачей.

В методах, рассмотренных нами в статье [7] сложности алгоритмов схожи, во многих случаях практически одинаковы  $O(d * \log(d))$ , это связано с тем, что большая часть способов, непосредственно ДКП, БПФ и ДВП берут за основу один и тот же подход - это ортогональное преобразование данных. Исключением является способ «Анализа ближайших соседних точек» (NNDA). При больших объемах данных решающий алгоритм должен удовлетворять заданным требованиям к допустимой погрешности (точности) поиска и вычислительной сложности (быстродействию). Как правило, эти характеристики пребывают в противоположной связи: с повышением быстродействия снижается точность (увеличивается неточность) и наоборот. По этой причине применение NNDA, в этом плане имеет дополнительные сложности [7].

При создании систем распознавания в большинстве случаев применяются комбинации данных методов для получения более качественных результатов.

Как уже оговаривалось выше этап (блок) детекции лица не будет учитываться, во внимание будут браться только блоки экстракции признаков и классификатор. В качестве классификатора для всех систем используется простейший и надежный классификатор Евклидового расстояния:

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2}$$

где,  $p$  и  $q$  точки в евклидовом пространстве.

Далее представлены работы, в которых применяются данные методы и их комбинации, для уменьшения размерности исходного пространства признаков, в рамках систем распознавания лиц.

**Распознавание лиц с помощью методов дискретного косинус преобразования (ДКП) и дискриминационного анализа ближайших соседних точек (NNDA).**

Применение дискретного косинус преобразования для экстракции (извлечения) признаков, то есть его разреженного представления в комбинации с дискриминационным анализом ближайших соседних точек (NNDA) для распознавания лиц (компаратор) представлено в работе [10]. Также авторы применили дискретное 2 уровневое Вейвлет преобразование для несоответствующих изображений, для обнуления вертикальных коэффициентов, так как наиболее выраженные части находились именно на краях. В ДКП, выбирались коэффициенты низкой частоты, поскольку они несут большую часть информации, размер окна (маски) для разделения изображения на блоки и извлечения низкочастотного ДКП взяли 16 на 16 [10].

Эксперименты проводились на базах данных изображений лиц Yale и Olivetti с 55 классами и 565 изображениями лиц соответственно, в которых изображения имеют небольшие сокрытия, иллюминации, и повороты (Yale). Авторы не указали, какое количество изображений было взято в качестве эталонов и тестовых, а также какой классификатор был использован, но, тем не менее, в общем виде модель построенной системы выглядит следующим образом:

$$ORL + Olivetti(55/1/9) \text{ ДКП} + NNDA: 112 \times 92 \rightarrow 16 \times 16,$$

где ORL+Olivetti название базы данных изображений лиц, подготовленная в научно-исследовательской лаборатории компании Olivetti, 55 – число классов изображений, 1 – количество изображений, 9 – количество тестовых изображений, ДКП+NNDA – методы для распознавания, 112 x 92 – размеры исходного изображения, 16 x 16 – размеры вектора признаков после применения метода ДКП+NNDA.

По умолчанию за эталонное было взято одно изображение и в качестве тестовых 9, хотя могли быть и другие значения.

Таким образом в результате экспериментов авторы добились точности распознавания до 98%, но при этом сами признали, что недостатком их системы является слишком сложный алгоритм реализации.

#### **Методы Вейвлет преобразования и преобразования Фурье для распознавания лиц.**

В работе [5] представлен метод спектрального представления изображения лица, объединения Вейвлет преобразование и преобразование Фурье.

Модель данной системы выглядит следующим образом:

$$ORL + Olivetti (55/1/9) \{ДВП + БПФ: 112 \times 92 \rightarrow 32 \times 32\},$$

где ORL+Olivetti название базы данных изображений лиц, подготовленная в научно-исследовательской лаборатории компании Olivetti, 55 – число классов изображений, 1 – количество изображений, 9 – количество тестовых изображений, ДВП+БПФ – методы для распознавания, 112 x 92 – размеры исходного изображения, 32 x 32 – размеры вектора признаков после применения метода ДВП+БПФ.

При помощи низкочастотного Вейвлет преобразования, авторы попытались уменьшить чувствительность изображения к различным вариациям выражения лица, а также к небольшим поворотам и иллюминациям. После получения низкочастотного диапазона путем Вейвлет преобразования применяется БПФ, коэффициенты которого инвариантны к перемещениям и сдвигам. В качестве классификатора использовался самый простой классификатор на основе евклидового расстояния. Опыты, проведенные авторами [5] на базах данных Yale и Olivetti достигли процента распознавания свыше 94%.

#### **Анализ главных компонент**

Еще одним методом уменьшения исходного пространства признаков является метод главных компонент (PCA). Здесь он представлен сразу в рамках алгоритма собственной поверхности (Eigenface) и внесен в таблицу (2), с соответствующей вычислительной сложностью алгоритма.

Метод Главных Компонент (англ. Principal Components Analysis, PCA) - один из основных способов уменьшения размерности данных, потеряв наименьшее количество информации, применяется во многих областях, таких как распознавание образов, компьютерное зрение и сжатие данных. Вычисление главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных. Метод главных компонент (PCA) является простейшим линейным методом уменьшения размерности в данных. Основная идея данного метода заключается в поиске в исходном пространстве  $R^D$  гиперплоскости заданной размерности  $d$  с

последующим проектированием выборки на данную гиперплоскость. Вероятностную модель метода главных компонент можно сформулировать следующим образом:

$$p(x|t) = N(x|Wt + \mu, \sigma^2 I), p(t) = N(t|0, I).$$

Здесь матрица  $W \in R^{D \times d}$ , задает направляющие векторы гиперплоскости,  $\mu \in R^D$  – смещение гиперплоскости относительно начала координат, параметр  $\sigma > 0$  определяет дисперсию шума в данных относительно гиперплоскости [11, 14].

Метод Eigenface - один из наиболее тщательно изученных подходов к распознаванию лиц. Он также известен как расширение Кархунена-Леева, собственное изображение, собственный вектор и главный компонент [8]. PCA используется для эффективного представления изображений лиц.

При помощи PCA любое изображение лица может быть приблизительно восстановлено небольшой коллекцией весов для каждой грани и стандартным изображением лица (собственной картиной). Веса, описывающие каждую грань, получают путем проецирования изображения лица на собственный образ. В математических терминах собственные функции являются главными компонентами распределения граней или собственными векторами ковариационной матрицы множества изображений лиц. Собственные векторы упорядочены, чтобы представлять разные величины вариации, соответственно, среди граней. Каждая грань может быть представлена точно с использованием только лучших собственных векторов с наибольшими собственными значениями. Лучшие М-собственные конструкции образуют М-мерное пространство, называемое «граничным пространством». Если PCA применяется к оригинальным изображениям лица (к примеру размер каждой стороны, имеет размер  $112 \times 92$ ), это приведет к ковариационной матрице, которая не может быть рассчитана с большинством компьютеров из-за нехватки памяти. Поэтому, изображения лица лучше сначала преобразовать ДКП, а затем выбранный размер блока ДКП-коэффициентов вводить в PCA, как это сделано в работе [13].

В работе [13], предложена и протестирована данная методика автоматического распознавания лиц на основе 2D дискретного косинусного преобразования (2D-DCT) совместно с основным анализом компонентов (PCA). Достигнутый уровень распознавания варьировался в зависимости от выбранного порога, основанного на уровне безопасности приложения. Наилучший результат достижения результата составляет 96,5% [13].

Сведем в таблицу 1 алгоритмические сложности вычисления всех выше перечисленных систем распознавания, где СОМ – классификатор евклидового расстояния, N – число изображений, d – количество пикселей (MN - размер),  $d'$  - разрешение низкочастотного поддиапазона ( $d' < d$ ).

В верхней части таблицы приведем примеры, где используются только один вид преобразования, затем комбинации некоторых методов.

Таблица 1. Алгоритмические сложности вычислении систем распознавания

	Название	Сложность
1	ДКП + СОМ	$O(N * d * \log(d))$ $O(d * \log(d) + N * d)$
2	ДВП + СОМ	$O(N * d * \log(d'))$ $O(d * \log(d) + N * d')$
3	PCA (Eigenface) + СОМ	$O(d^3 + N * d^2)$ $O(d^2 + N * d)$
4	ДКП + NNDA + СОМ	$O(N * d * \log(d) + 2 * N * d * \log(d'))$ $O(d * \log(d) + 2 * d * \log(d) + N * d')$
5	ДВП + БПФ + СОМ	$O(N * d * \log(d) + 2 * N * d * \log(d'))$ $O(d * \log(d) + 2 * d * \log(d) + N * d')$
6	ДКП + РСА	$O(N * d * \log(d) + d^3 + N * d^2)$ $O(d * \log(d) + d^2 + N * d)$

#### Заключение

Анализ сложности алгоритмов, основанных на наиболее популярных методах уменьшения размерности исходного пространства признаков, показывает, что наиболее подходящим, с точки зрения скорости работы и простоты вычисления, для системы является из простых, где используется только один метод преобразования, - ДВП, из комбинационных ДВП + БПФ + СОМ. ДВП, как уже

отмечалось выше, является близким видом преобразования к ДКП, но при этом имеет ряд преимуществ, как меньшая избыточность сжатого изображения и малое число не стационарностей сигнала, при этом вычислительная сложность алгоритма такая же, как при ДКП. Если говорить о возможности восстановления (обратного преобразования), то и в этом случае помимо того, что ДВП имеет такую возможность, качество восстанавливаемого сигнала (изображения) значительно выше, зачастую это видно даже визуально не вооруженным глазом.

Но если говорить о системе, которая могла бы работать в реальном режиме времени или приближенной к ней, обрабатывающей поток информации, и при этом не требующей высокотехнологичного, мощного и дорогостоящего оборудования основываясь на вышеописанных методах уменьшения размерности исходного пространства признаков, является затруднительной. Для создания простой, быстрой и надежной системы распознавания, отвечающей требуемым характеристикам, необходимы решения, которые будут максимально просты с точки зрения сложности вычислений, и при этом давать хороший результат распознавания [14]. Проведенный анализ показывает, что сложность вычислений в представленных алгоритмах является достаточно высокой, из-за сложного математического аппарата алгоритмов. Ко всему прочему, даже в этих методах выделенные признаки являются не 100% информативными, и в них тоже есть части не несущие никакой информации.

По этой причине, для решения данной проблемы, необходимы более простые методы, не требующие больших вычислительных ресурсов, и этапов какой-либо сложной предобработки изображений. В связи с этим интерес вызывает экспресс метод, по экстракции признаков из цифровых изображений лиц, основанный на идее разреженного представления изображений, при помощи случайного распределения координат точек. Данный метод может служить как альтернатива более сложным стандартным методам экстракции признаков из изображений. В основе метода лежит идея, впервые представленная в работе [12]. Исходные признаки для изображений с лицами определены через яркостные значения их пикселей, и основными блоками распознавания являются: база эталонов, блок экстракции/селекции признаков (ЭП/СП) и компаратор. Подход имеет ряд интересных аспектов таких как использование минимального количества вычислительных ресурсов за счет константного числа точек, и отсутствие каких-либо вычислений на этапе экстракции признаков. Метод за счет своей простоты имеет высокую степень быстродействия, и эффективности [14]. Разработанные при этом алгоритм и программа могут быть использованы для моделирования и исследования задач распознавания людей по фенотипу изображений лиц. При подробном исследовании и изучении данного метода, модель может найти применение и в других областях компьютерного зрения и распознавания образов. Следовательно, проведение исследований в данном направлении могут быть крайне интересными и полезными.

Следует отметить что для выполнения исследований не привлекаются никакие средства из бюджета МОН РК и др. Работа выполняется как инициативное исследование в рамках докторской (PHD) диссертации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кухарев Г.А., Каменская Е.И., Матвеев Ю.Н., Н.Л. Щеголева. Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии. – Спб.: Политехника, 2013. – 388 с.: ил.
- [2] Кухарев Г.А. Поиск изображений лиц в больших базах данных // МИР ИЗМЕРЕНИЙ. (4). - 2009. – С. 22-30.
- [3] Щеголева Н.Л., Кухарев Г.А., Простой алгоритм классификации линейно неразделимых данных // Естественные и технические науки, №1, 2012 г. – С. 358-364.
- [4] Лекции по цифровой обработке изображений. Научная библиотека: [http://sernam.ru/lect\\_d.php](http://sernam.ru/lect_d.php) (дата обращения: 04.02.2020).
- [5] Jian Huang Lai, Pong C. Yuen, Guo Can Feng. Face recognition using holistic Fourier invariant features. Pattern Recognition 34 (2001) 95-109.
- [6] Debaraj Rana, Sunita Dalai, Bhawna, Sujata Minz, N. Prasanna, Tapasri Tapasmita Sahu. Comparative Analysis of Face Recognition using DCT, DWT and PCA for Rotated faces. International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET), ISSN 2278 – 0882 Volume 3, Issue 5, August 2014.
- [7] Жарлыкасов Б., Мауленов К. Методы экстракции признаков из изображения для задач поиска и распознавания лиц. Новые информационные технологии в образовании 2018, 26 февраля-3 марта. Екатеринбург.

- [8] Chao-Hsing Hsu, Zhen Guo, Kang Yen. Comparison of Image Approximation Methods: Fourier Transform, Cosine Transform, Wavelets Packet and Karhunen-Loeve Transform. Department of Electrical Engineering Florida International University 10555 W. Flagler St. Miami Fl 33174
- [9] Ziad M. Hafed, Martin D. Levine. Face Recognition Using the Discrete Cosine Transform. Sivakasi, India. ISBN: 978-1-4577-2149-6
- [10] Surya Kant Tyagi and Pritee Khanna. Face Recognition Using Discrete Cosine Transform and Nearest Neighbor Discriminant Analysis. International Journal of Engineering and Technology, Vol. 4, No. 3, 2012, pp. 311-314.
- [11] John Wright. Yi Ma. Julien Mairal. Guillermo Sapiro. Thomas Huang. Shuicheng Yan. Sparse representation for computer vision and pattern recognition. Proceedings of the IEEE (Volume: 98, Issue: 6, June 2010)
- [12] David J. Beymer. Face Recognition Under Varying Pose. 1994 Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition
- [13] Zeinab Ghasemi, Abbas Vafaei, and S. Amirhassan Monadjemi. Maha Sharkas. Application of DCT Blocks with Principal Component Analysis for Face Recognition. Conf. on SIGNAL, SPEECH and IMAGE PROCESSING, Corfu, Greece, August 17-19, 2005 (pp107-111).
- [14] А. З. Муслимова, Д. Ж. Алиппаева, К. С. Мауленов. Возможности экспресс метода экстракции признаков, основанного на идее разреженного представления путем распределения случайных точек // ВЕСТНИК ПГУ. Научный журнал Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова – 2018. - №4. – С. 232-240.
- [15] Мауленов К.С., Жарлыкасов Б.Ж., Чубаркова Е.В. Разреженное представление изображений в задачах распознавания с использованием идеи метода Монте-карло //Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки – 2019. - №2. – С. 35-38.

Мауленов К.С., Кудубаева С.А.

**Қолданыстағы бет бейнелерін іздеу және тану жүйелерінің сипаттамаларын салыстырмалы талдауы**

**Резюме.** Макалада дискретті косинус түрлендіру (ДКТ), жылдам Фурье түрлендіру (ЖФТ), дискретті Вейвлет түрлендіру (ДВТ), басты компоненттерді талдау (РСА), жақын көршілерді дискриминантты талдау (NNDA) әдістеріне негізделген бет бейнелерін тану жүйелерінің, сондай-ақ олардың комбинацияларын салыстырмалы талдау және жүйелердің алгоритмдік күрделілігіне бағалау берілді.

**Кілтті сөздер:** тану жүйесі, есептеу күрделілігі, түрлендіру, тұлғаларды іздеу, тұлғаларды тану.

МРНТИ 44.39.29

УДК 621.311.24, 621.311.26

**T.O. Kunakbaev<sup>1</sup>, S.K. Tolebekov<sup>2</sup>, N.K. Tanasheva<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>Institute of Applied Mathematics, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: tolebekov.s.k@gmail.com)

## **EXPERIMENTAL RESEARCH OF AN AUTONOMOUS COMPACT THREE-STORY HYBRID WIND FARM'S EFFICIENCY**

There were held experimental researches of the effectiveness of an autonomous compact three-storey hybrid wind farm created by the authors for the first time in the world. It shows its efficiency through autonomy, compactness and the use of draft phenomena occurring between floors. Due to this, autonomous compact multi-story hybrid wind farms will have certain advantages compared to conventional wind farms and individual wind generators of the same power.

The use of autonomous compact three-storey hybrid wind farm is primarily aimed at providing electricity to regions isolated from the central power grid, the difficulties of supplying electricity to which lie in the transportation of diesel fuel or the transportation of electricity itself. Various small and medium-sized enterprises, peasant farms, railway posts, environmental and meteorological posts, border outposts and army posts, small holders like: mills and churms, private houses, etc. need autonomous compact three-storey hybrid wind farm.

**Key words:** three-story wind farm, autonomy, compactness hybridity, wind turbine, solar panels, wind speed, electricity, experiment.

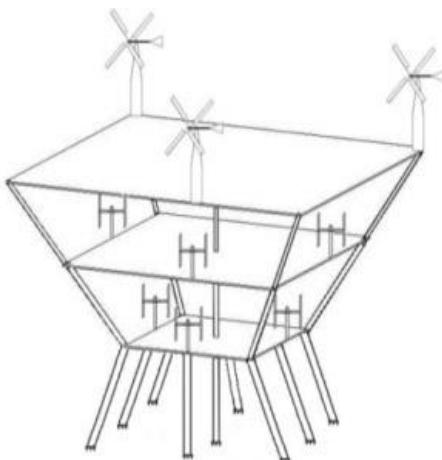
The relevance of alternative, non-traditional, renewable and environmentally friendly sources is obvious around the world. The first president of the Republic of Kazakhstan N.A. Nazarbayev: "Green economy. The energy of the future".

At this moment, Kazakhstan does not produce domestic wind turbines. The creation of high power wind turbines (MW) requires high technologies, which will be very difficult to create in Kazakhstan in the near future. Therefore, the creation of small competitive wind turbines, which are developed by many scientists of Kazakhstan, is relevant for this country. It is possible to increase the power of a wind turbine on the basis of an autonomous compact multi-story wind farm (ACMSWF), the power of which can reach any desired value (MW) due to the installation of the required number of small wind turbines on its floors.

In 2011, under the leadership of T.O. Kunakbaev associate professor of the Department of Mechanics at Al-Farabi Kazakh National University there was proposed the design of the original ACMSWF, which has no analogues around the world [1].

The use of ACMSWF is primarily aimed at providing electricity to regions isolated from the central power grid, the difficulties of supplying electricity to which lie in the transportation of diesel fuel or the transportation of electricity itself. Various small and medium-sized enterprises, peasant farms, railway posts, environmental and meteorological posts, border outposts and army posts, small holders like: mills and churrs, private houses, etc. need ACMSWF [2].

ACMSWF consists of a frame (shows Figure 1 Design sketch of AKVES of an autonomous compact three-story wind farm – ACTSWF), on the floors of which various types of wind generators can be located.



**Fig. 1.** Design sketch of ACTSWF

Wind farms tend to occupy a large space. Such regions that are poorly populated and not involved in economic activity are used for their construction. ACMSWF have the following advantages compared to conventional wind farms and individual wind turbines of the same power as ACMSWF [2]:

1. Territory saving: ACMSWF occupies an area several times smaller than a conventional wind farm of the same capacity with wind engines located one floor on the Earth's surface.
2. The space between the storey ceilings of ACMSWF forms an air corridor that contributes the effective wind flow as in a wind tunnel (draft effect) and thereby increases the utilization of wind energy.
3. More stable use of wind energy due to the location of wind turbines at different heights, because the speed of the wind flow has a different value depending on the height.
4. Simplicity of construction, its assembly and disassembly (like a Kazakh yurt) in comparison with a separate wind turbine of a greater height of the same power. At the same time, the supporting structure of a separate high-power wind turbine will be less stable than the ACMSWF multi-story supporting structure of the same power.
5. The possibility of combining different types of wind turbines with different rotation speeds.
6. The higher the wind turbines are located, the coefficient of their use of wind energy increases, since the wind speed is usually higher at high altitudes.

The main element of ACMSWF is a wind turbine that converts the energy of a spontaneous wind flow into mechanical energy of rotation of the shaft, which can be converted into electrical and thermal. It is more profitable to use rotary Darrieus type wind wheels with a vertical axis of rotation on the internal floors of the

CMSWF. The installation of exactly Darrieus type rotary wind turbines on the CMSWF floors is necessary to fulfill the compactness condition, since the wind flow swirls only around each wind turbine, and when the propeller type wind turbines are installed on the CMSWF floors with a horizontal axis of rotation, a turbulent trace forms behind each such wind turbine, which negatively affects to other wind turbines and thereby decreases the value of the energy utilization of the wind flow (photo in Figure 2).



**Fig. 2.** Turbulent trace of propeller-type wind turbines

We also showed that the number of wind turbines should exceed three for the compactness condition of CMSWF, otherwise, the negative effect of their mutual shading from the wind flow occurs [1].

We have created and successfully tested in the field (Baytugan village, Nura district, Karaganda region) a prototype CTSWF with a capacity of up to 5 kW [3] - (photo in Figure 3), which is a three-story structure, on the floors of which rotary wind turbines are located.



**Fig. 3.** A prototype CTSHWF with a capacity of up to 5 kW

Experimental tests of the CMSWF at the test site showed that in hot weather the wind dies down, while in cloudy weather it intensifies. Therefore, to ensure the stability of electricity generation through the combination of rotary wind turbine and solar panel work on sunny and cloudy days, we proposed to supplement CMSWF with solar panels and make CMSWF hybrid – CMSHWF.

We have created and successfully tested in the field (Baytugan village, Nura district, Karaganda region) a prototype CMSHWF [3]-[6] - (photo in Figure 4). On the walls of its first floor on three sides where the sun goes, solar panels are installed.



**Fig. 4.** A prototype CMSHWF

The objective of the experimental research of the CMSHWF prototype was to verify the stability of power generation by combining the work of rotary wind turbines and solar panels on sunny and cloudy days. The tests were carried out at different times of the year at different wind speeds. Tables 1-2 show the averaged experimental results, which are processed according to known methods for processing experimental data. The measurements were carried out 20-30 times for different ranges of wind flow velocities. The average test results on sunny and cloudy days in the spring of 2017 are shown in Tables 1 and 2.

**Table 1. Power indicators of CMSHWF in sunny days**

Wind speed (m/s)	5,0	6,5	7,0	7,5	8,0	Total
Wind Turbine Power (Watt)	255,0	570,0	785,0	996,0	1 204,0	3 810
Solar Power (Watt)	890	896	889	890	878	4 443

TOTAL: 8 253 watts

**Table 2. Power indicators of CMSHWF in cloudy days**

Wind speed (m/s)	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	Total
Wind Turbine Power (Watt)	260,0	794,0	1 497,0	1 982,0	2 207,0	6 740
Solar Power (Watt)	300	310	310	314	317	1 551

TOTAL: 8 291 watts

As can be seen from the tables on sunny days, more solar energy gives electricity, and on cloudy days - wind turbines, as have been expected.

The total power indicators confirm our idea of achieving stability in generating electricity by combining the work of rotary wind turbines and solar panels on sunny and cloudy days.

The amount of power generated by wind turbines installed on the third floor of the CMSHWF between floor floors, where there is a more directed wind flow (draft effect), is on average 5-10 percent more depending on the speed of the wind flow than the amount of power generated by wind turbines installed on the roof of the CMSHWF where there is no directional wind flow. This established fact proves the basic idea of the advantages of compact multi-story wind farms over conventional land-based wind farms in terms of the coefficient of utilization of wind flow energy. It is understood that the processes of interaction between the wind flow and wind turbines on the roof of the CMSHWF and on the earth's surface are similar. It can be seen that at high wind flow speeds this advantage increases. Naturally, the question arises of comparing the cost per kilowatt of installed capacity. This comparison can be made in the future when developing serial samples of compact multi-story wind farms. However, it can now be assumed that the cost of serial samples of compact multi-story wind farms will not exceed the cost of conventional ground-based wind farms, since high mast wind turbines are difficult to manufacture and are made of more expensive material and less stable than the Baiterek design (as we called our CMSHWF, similar in shape to the well-known design in Nur-Sultan).

Moreover, CMSHWF designs are easier to maintain, they can be made prefabricated and collapsible, like Kazakh yurts, if necessary, their relocation.

The efficiency of the CMSHWF primarily depends on the optimal minimum relative position of the wind turbines to fulfill the compactness condition. Its criterion is the beginning of the appearance of the laminar flow of air flow between wind turbines.

We considered the modeling of turbulent flow in the framework of the three-dimensional Navier - Stokes equations averaged by Reynolds (RANS). This approach to modeling turbulence is now applied in solving practical problems most widely.

In calculations of problems of this kind, SST is usually used “ $k\omega$ ” turbulence model (Menter model), however, the Autodesk Simulation CFD solver has a wider arsenal of turbulence models for solving other problems. Accelerant calculation technology in Autodesk Simulation CFD consists of several advanced intelligent components, each of which is optimized to quickly and efficiently obtain the most accurate and reliable results:

- Accelerant decision module - a system for solving sparse Krylov matrices using two levels of preconditioning. Each level is controlled by the cutoff tolerance and is built in the process of factorization. After factorization is completed, it is used in the iterative convergence loop;
- intelligent task management - Autodesk Simulation CFD automatically selects convergence parameters and time step;
- automatic convergence assessment - thanks to monitoring the process and automatically stopping the simulation when the desired value is reached, the user knows exactly when the selection of the right solution will be completed.

Having performed numerical hydrodynamic calculations using the Autodesk Simulation CFD program, it was possible to quickly, accurately, and flexibly simulate fluid flows and their interaction with the moving parts of the installation. This helps to predict the behavior of products during operation, to optimize their design and comprehensively verify projects before being transferred to production. The need for expensive prototypes is reduced, and the launch of innovative products on the market is accelerated. This helps to make more informed decisions in the early stages of product development.

If CMSHWF can be any large capacity, then for small capacities up to 100 kW we propose, in our opinion, a more efficient two-story hybrid wind farm with diffusers and confusers (TSHWFWDC) [4].

Diffusers and confusers are structurally obtained by installing flat panels on the sides of the roof of the second floor of the second floor and on the sides of the first floor of the solar panels at appropriate angles of inclination. The inner surfaces of the flat panels on the roof of the second floor are also covered by solar panels.

To identify the effectiveness of the TSHWFWDC idea, its hexagonal version was taken and theoretical calculations [6] of its power (depending on the speed of rotation of wind turbines) were carried out at an air flow rate of 10 m/s.

The competitiveness of CMSHWF and TSHWFWDC, the possibility of import substitution and increasing the export potential of the country will be determined by the reduced cost of the electric energy they produce, their autonomy and originality, and the availability of their own production technology. All of this together emphasizes the relevance of the topic of this work.

#### REFERENCES

- [1] Certificate on state registration of rights to the copyright object No. 183 “Compact wind power station based on rotary wind turbines of the Darrieus and Savonius type” dated 01.02.2011. (Authors: T.O. Kunakbaev, M.Otelbaev)
- [2] Development, manufacture and experimental research of the effectiveness of a compact wind farm. The final report on the innovative grant of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2012-14. Almaty-2014 No. 0112PK0162. Scientific adviser T.O. Kunakbaev
- [3] Integrated development, creation of technologies, manufacturing, theoretical and experimental research of pilot industrial samples of small wind power plants. Final report on the innovative grant of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for 2015-17 No. 0112PK01489. Scientific adviser T.O. Kunakbaev
- [4] Landau L.D., E.M. Lifshits. Theoretical Physics (Volume 6. Hydrodynamics. Chapter II. § 23). M., Science. 1988 year
- [5] Ershina A.K., Ershin. Sh.A., Zhabasbayev U.K. “Fundamentals of the theory of wind turbines Darier”. - Almaty: KazGosINTI, 2001.-104 pp.
- [6] Sedov L.I. Continuum Mechanics, Moscow: Nauka, 1970, 568 p.

Кунакбаев Т.О., Төлебеков С.К., Танашева Н.К.

**Автономды ықшам шағын үш қабатты гибридті жел қондырығыларының тиімділігінің эксперименталды зерттеулері**

**Түйіндеме.** Әлемде тұнғыш рет авторлар құрған автономды ықшам үш қабатты гибридті жел қондырығысының тиімділігіне эксперименталды зерттеулер жүргізілді. Оның тиімділігі автономдылығы, ықшамдылығы және едендер арасында болатын өтпелік құбыльстың қолданылуына байланысты көрсетілген. Осылың арқасында автономды ықшам көп қабатты гибридті жел қондырығылары әдеттегі жел қондырығыларымен және бірдей қуаттылықтара жеке жел генераторларымен салыстырылғанда белгілі бір артықшылықтарға ие болады.

Автономды үш қабатты гибридті жел қондырығысы ең алдымен, орталық электр желісінен оқшауланған, дизель отының тасымалдауға немесе электр энергиясын тасымалдауға байланысты болатын аймактарды электр энергиясымен қамтамасыз етуге бағытталған. Әр түрлі шағын және орта кәсіпорындар, шаруа кожалықтары, теміржол бекеттері, экологиялық және метеорологиялық посттар, шекара заставалары мен әскер бекеттері, шағын бизнес субъектілері - ділірмендер мен жоналар, жеке үйлер және т.б. автономды үш қабатты гибридті жел қондырығысын қажет етеді.

**Түйін сөздер:** үш қабатты жел қондырығысы, автономдылық, ықшамдылық, гибридтілік, жел турбинасы, құн батареясы, желдің жылдамдығы, электр қуаты, эксперимент.

Кунакбаев Т.О., Толебеков С.К., Танашева Н.К.

**Экспериментальные исследования эффективности автономной компактной трехэтажной гибридной ветроэлектростанции**

**Резюме.** Проведены экспериментальные исследования эффективности автономной компактной трехэтажной гибридной ветроэлектростанции, создаваемой авторами впервые в мире. Показана ее эффективность за счет автономности, компактности и использования явления сквозняка, возникающего между этажами. За счет этого автономные компактные многоэтажные гибридные ветроэлектростанции будут иметь определенные преимущества по сравнению с обычными ветроэлектростанциями и отдельными ветрогенераторами такой же мощности.

Автономная компактная трехэтажная гибридная ветроэлектростанция ориентировано, в первую очередь, на обеспечение электроэнергией изолированных от центральной энергосети регионов, трудности снабжения электроэнергией которых заключаются в транспортировке дизельного топлива или транспортировки самой электроэнергии. В автономной компактной трехэтажной гибридной ветроэлектростанций нуждаются различные предприятия малого и среднего бизнеса, крестьянские хозяйства, посты на железнодорожных путях, экологические и метеорологические посты, пограничные заставы и армейские посты, малые хозяйствующие субъекты - мельницы и маслобойки, частные дома и т.п.

**Ключевые слова:** трехэтажная ветроэлектростанция, автономность, компактность гибридность, ветротурбина, солнечные батареи, скорость ветра, электроэнергия, эксперимент.

ӨОЖ 004.051

**S. S. Zhekeeva, R. N. Kozhakhmetova**

(North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan. e-mail: [szhekeeva@mail.ru](mailto:szhekeeva@mail.ru))

**A CONCEPTUAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL MOBILITY MODELING TECHNOLOGY FOR DISTANCE LEARNING STUDENTS**

**Abstract.** This article discusses the conceptual indicators of the development of virtual trivia modeling technology for students studying in the form of distance learning. From the point of view of the conceptual approach, the educational map of virtual mobility of students, the introduction of modeling technology and management mechanisms for the formation of virtual mobility of students studying in the form of distance learning is presented.

**Keywords:** distance learning, virtual mobility modeling technology.

**С.С. Жекеева, Р.Н. Кожахметова**

(М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Қазақстан Республикасы, Петропавл, e-mail: [szhekeeva@mail.ru](mailto:szhekeeva@mail.ru))

**ҚАШЫҚТАН ОҚЫТУ ТҮРІНДЕ БІЛІМ АЛАТЫН СТУДЕНТТЕРДІҢ  
ВИРТУАЛДЫ ҰТҚЫРЛЫҒЫН МОДЕЛЬДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН  
ӘЗІРЛЕУГЕ КОНЦЕПТУАЛДЫ КӨЗҚАРАС**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада қашықтықтан оқыту түрінде білім алатын студенттердің виртуалды ұтқырлығын модельдеу технологиясын әзірлеудің концептуалды көзқарастары қарастырылған. Концептуалды тәсіл тұрғысынан қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлықты қалыптастырудың басқару механизмі мен модельдеу технологиясын енгізу, студенттердің виртуалды ұтқырлығының білім картасы ұсынылған.

**Түйін сөздер:** қашықтықтан оқыту түрі, виртуалды ұтқырлықты модельдеу технологиясы.

### 1. Кіріспе

Студенттердің виртуалды ұтқырлығын моделдеу технологиясын әзірлеу мен қолданудың концептуалды тәсілі негізі ретінде қашықтықтан білім беру үрдісінің заманауи даму бағыты, еңбек нарығының талаптары, нормативтік заңнама, ғылыми пәндер кешенінің әлеуеті және теориялық негізін көрсететін идеялар, принциптер, талаптар мен ережелер және т. б. алынған. Қашықтықтан оқыту түрінде білім алатын студенттердің виртуалды ұтқырлығы моделінің негізінде жатқан идеялары, ол студенттердің өзіндік жұмысының рөлі мен мәртебесін арттыру идеясы; қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлықты қалыптастыруға бағдарламалық-мақсатты және синергетикалық тәсілдерді біріктіру және өзара толықтыру идеясы; ЖОО-ның материалдық-кеңістіктік және ақпараттық ортасын тиімді пайдалану, студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамыту үшін онтайлы жағдай жасау идеясы; білім беру үдерісінде студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамыту тиімділігі туралы кері байланысты қамтамасыз ету механизмі ретінде квалиметриялық, мониторингтік рәсімдерді пайдалану идеясы; виртуалды ұтқырлықты дамытудың жобалық-талдау, іске асыру және сараптамалық-рефлексивті кезеңдерін шығару идеясы; студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамытудың іс жүргізу негізі ретінде оқу іс-әрекетінің әр-түрлі құрылымдарын қолдану идеясы [1].

Қашықтықтан оқыту түріндегі студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамытудың педагогикалық жағдайларының моделін құрастыру және қолданудағы қажетті біліктілік бойынша талаптарды атап өтейік:

- қолданылатын тапсырмалардың маманға койылатын біліктілік талаптарына сәйкестігін қамтамасыз ету;
- қашықтықтан білім беру үрдісінің қатысуышылары мен ЖОО-ның әртүрлі құрылымдарының студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамыту үрдісіне қатысты қызметі мен талаптарының келісілуі;
- әр түрлі типтегі және бағыттағы виртуалды ұтқырлықты дамыту жағдайларының жеке бағыты;
- ЖОО-да қашықтықтан оқыту түрі студенттерінің виртуалды ұтқырлығын дамытуға ықпал ететін ақпараттық орта құру [2].

### 2. Әдістер

Студенттердің виртуалды ұтқырлығын модельдеу технологиясын әзірлеудегі тұжырымдамалық көзқарасты ашу сәйкесінше мамандандырылған үрдістердің қатысуының толық емес болады. ЖОО-да қашықтықтан оқыту нысаны күрделі үрдіс, қарама-қайшы, стохастикалық үрдіс болып табылады. ЖОО түлектерінің негізгі біліктілігіне қойылатын талаптар, алған білімін қолдана білу, мамандығы бойынша өздігінен жұмыс істей алу, кәсіби және жеке шығармашылығы бойынша өзін-өзі жетілдіру белгілі бір факторлар санына негізделеді. Еңбек нарығындағы виртуалды ұтқырлық мәселесіне қатысты ол оқу іс-әрекетінің, жеке жогары оқу орындарының және жеке сипаттамаларының интегралдық нәтижесі ретінде өзінің қалыптасуының жалған және қарама-қайшылығымен ерекшеленеді. Осылайша, тұтас алғанда тек виртуалды ұтқырлық толығымен, интегралдық жоспардағанда емес, нақты жоспарлармен және қалыптасу шарттарына байланысты виртуалды ұтқырлық белгілі бір контексте, белгілі бір кезеңде деп санаймыз [3-5].

Осылайша, мақалада қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлықты дамытуға ықпал ететін әртүрлі жағдайлар ұсынылып отыр:

- шешілетін міндеттер көлемі бойынша – микроситуация – мезоситуация – макроситуация;
- қызмет түрлері бойынша жасалатын жағдайлар;
- білім алушылардың дербестік және жағдайды шешу үдерісіне қосылу дәрежесі бойынша – басқарылатын – ішінара басқарылатын – басқарылмайтын немесе стохастикалық;
- жағдайларды шешу үшін уақыт ресурстарын ұсыну бойынша – шектеулі уақыт шартында орындалатын жағдайлар; мерзімді ұзарту мүмкіндігі бойынша жағдайлар – мерзімі шектеусіз жағдайлар;
- алдын-ала берілген тапсырмалар немесе сценарилер бойынша – болжанатын – ішінара-болжанатын – кездейсок;
- күрделілік деңгейі бойынша белгілі бір саладағы жағдайға студенттердің дайындығының өзекті деңгейіне сәйкестігі бойынша – аса күрделі – күрделілігі бойынша орташа деңгейдегі – жеңілдетілген;
- студенттердің жағдайды шешу үрдісінде мүмкіндік бойынша бөгде көмекке жүгінүү, қосымша ақпарат көздері – ашық – жартылай ашық – автономды;

- алдағы кәсіптік қызметпен арақатынас дәрежесі бойынша;
- жағдайды шешудегі алгоритімі мен соңғы нәтижеге қойылатын талаптар дәрежесі бойынша – еркін алгоритімі мен нәтижелері бар жағдай – еркін алгоритімі мен нәтижесі нақтыланған жағдай – бекітілген алгоритімі мен нәтижесі бар жағдай [6,7].

Концептуалды тәсіл тұрғысынан қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлықты қалыптастырудың басқару механизмін түсіну өте маңызды. Қашықтықтан оқыту түрі қатаң ережедегі үрдіс болып табылады. Білім беру үдерісі жоғары оқу орнының Жарғысы, білім беру бағдарламасы, оқу жоспары, факультет және кафедра жоспары, сабак кестесі және басқа да нормативтік құжаттар негізінде жүзеге асырылады. Егер бұл мәселеге басқа жағынан қарайтын болсақ, білім беру үрдісінә қатысуышылар жеке ерекшеліктері, қабілеттері, синергетика заңдары мен принциптеріне бағынатын бейімділігі бар адамдар және осыған сәйкес көп нұсқалы, белгісіз тандауы бар, бағыт бағдардың көнеттөн болу, басқарушы шешімдері бар жағдайлар [8-10].

Осыған байланысты қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлықты қалыптастыруды басқаруға қатысты синергетикалық қозқарас қарастырылып отыр. Тұжырымдамалық қорытынды мен қағиданы орнату білім беру үрдісін жобалау, жоспарлау, бақылау мен мониторинг жасау, талдаулар жүргізу кезінде ескеріледі.

Қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлықты дамытудың жоғарыда айтылған тұжырымдамалық ережелерінің негізінде бағалы-еріктік, нормативтік, ресурстық, іс жүргізушілік-функционалдық, басқарушылық-диагностикалық және нәтижелік блоктарға бөлінген технология ұсынылған. Сонымен қатар, әр түрлі қызмет түрлерін бөліп көрсетілген: ректорат, деканат өкілдері, профессорлық-оқытушылық құрамы, жұмыс берушілер, студенттер [11].

Қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлық технологиясының мақсатты-құндылықты блогы мақсатты бағыттар түрінде ұсынылады. Басты мақсатты бағыттарды атап өтейік:

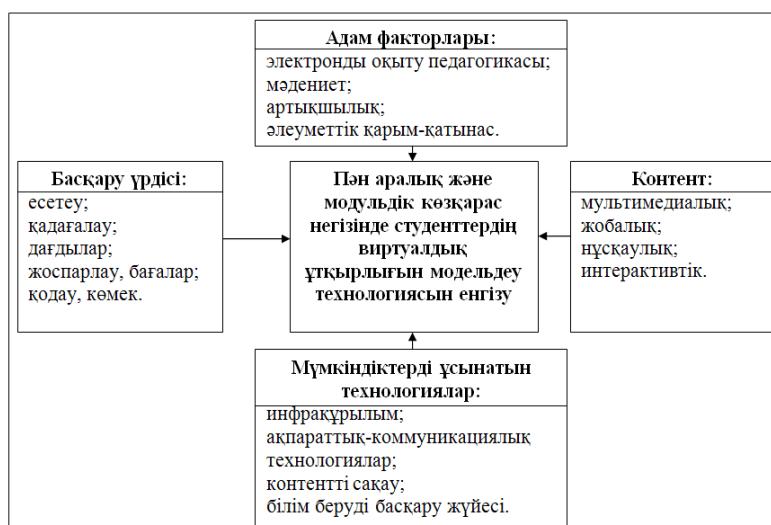
- заманауи бәсекелестігі жағынан жоғары инновациялық экономикаға қажетті сапалы адами ресурстарды тиімді қалыптастыру және пайдалану;
- жоғары оқу орнының әлеуметтік жүйе ретінде білікті мамандарды шығару бойынша өзінің миссиясын барынша толық орындауы [13].

Атап өтілген басты мақсатты қағидалар виртуалды ұтқырлықтың, оның ішінде техникалық бейіндегі, бірнеше құндылықтарын толықтырады:

- кәсіби стандарттарға бағдарлаудың құндылықтары;
- болашақ маманның жеке әлеуетін барынша толық ашу құндылықтары.

Виртуалды мобиЛЬДІ оқыту технологиясын енгізу төрт міндетті элементті есепке ала отырып жүйелік тәсіл негізінде жүзеге асырылады (адам факторлары, мобиЛЬДІ оқытуды басқару үрдісі, мазмұны (контент), заманауи АКТ технологиялық мүмкіндіктері).

Қашықтықтан оқыту түріндегі виртуалды ұтқырлықты модельдеу технологиясын енгізуге жүйелік көзқарас 1-суретте көрсетілген.



**1-сурет.** Қашықтықтан оқыту түрінде виртуалды ұтқырлықты модельдеу технологиясын енгізуге жүйелік көзқарас

Технологияны ендірудің әлеуметтік тиімділігі қашықтықтан оқыту түрінде білім алатын студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамытуға қатысты тұтынушылар мен білім беру қызметіне тапсырыс берушілердің, жұмыс берушілердің талаптарын, тілектерін, әр-түрлі санаттағы тұтынушылардың ұсыныстарын анықтайды.

Технологияны енгізудің педагогикалық тиімділігі ЖОО білім берудің әр түрлі кезеңдерінде қойылатын педагогикалық міндеттердің толық жетуін көрсетеді [12].

Технологияны енгізудің басқарушы-ұйымдастырушылық тиімділігі қашықтықтан білім беру процесін басқару сапасын, қашықтықтан оқыту нысанында студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамыту үрдісін бағдарламалық-мақсатты басқару сапасын көрсетеді.

Нормативтік блок студенттердің виртуалды ұтқырлығы технологиясының құндылықты-мақсатты блогын толықтырады және формальды, ресми және міндетті сипат береді. Бұл технология блогы белгілі бір жалпы шектеулерді, үрдістің барлық субъектілерінің ара қатынасының ережелерін анықтайды, студенттердің жеке құқықтарын қоргауды қамтамасыз етеді, қарым-қатынас қызметінің ашықтығын қамтамасыз етеді.

Студенттердің виртуалды ұтқырлық технологиясының ресурстық блогын материалдық және материалдық емес ресурстар түрінде ұсынуға болады. Материалдық ресурстарды материалдық-техникалық, қаржылық, кадрлық, әріптестік ресурстарына жіктейміз. Материалдық емес ресурстар ретінде акпараттық (оның ішінде желілік), зияткерлік, инновациялық ресурстар мен әлеуеттерді қарастыруға болады. Студенттердің виртуалды ұтқырлық технологиясының осы блогының нақты мақсаты қашықтықтан оқыту жүйесінің жұмыс істеуін қамтамасыз ету.

Виртуалды ұтқырлықты дамыту технологиясының процессуалды-функционалдық блогы кіші процесс кешенінен тұрады, оның барысында өзара байланысты жеке педагогикалық міндеттерді шешуге болады. Осындағанда кіші үрдістер қатарына мыналар жатады: конкурсның іс-шараларды өткізу; акпараттандыруды ұйымдастыру, жұмыс берушілермен бірлескен іс-шаралар және т. б. бөлінген кіші үрдістердің тиімділігі ЖОО-ның жоспарлары мен нұсқаулықтарымен реттеледі.

Технологияның басқарушылық-диагностикалық блогы түрлі жағдайлар мен жағдайларда зерттелетін үрдісті тұрақтылықты, басқаруды, өлшеуді, түзетуді қамтамасыз етуге арналған функциялар, әдістер, технологиялар түріндегі басқару құралдарының тізбегін білдіреді. Виртуалды ұтқырлықты дамыту үрдісін басқару толық цикл барысында өзара байланысты және дәйекті орындалатын функциялардың көмегімен жүзеге асырылады: қажеттіліктерді зерделеу – үрдісті жобалау және педагогикалық жағдайларды жобалау – үрдісті жоспарлау – үрдісті қамтамасыз ету – үрдісті жүзеге асыру – бақылауды, мониторингті, үрдіс бойынша талдау жүргізу – нәтижелерді бағалау – түзету іс-әрекеттерін жүргізу.

Нәтижелік блогта студенттердің виртуалды ұтқырлығын көрсету үшін қажетті белгілі бір ерекшеліктері мен қасиеттер түрінде педагогикалық әсерлердің жиынтығын ұсынады. Технологияға мониторинг жасау нәтижесінде басқа негіздер бойынша бірқатар нәтижелер мен әсерлердің жіктеуін көрсетуге болады:

– олардың дамуы жүргізілген қызмет түрлері мен салалары бойынша (оку қызметінің, ғылыми-зерттеу қызметінің нәтижелері; жекеше қызметі, шығармашылық қызметі, квазишеберлік және т. б.));

– қандай-да бір нәтижені рәсімділік дәрежесі мен объективті өлшеу мүмкіндігі бойынша (рәсімделген немесе өлшенетін, ішінана рәсімделген, рәсімделмейтін нәтижелер);

– білім беру үрдісі қызметтері бойынша (оқыту нәтижелері, тұлғалық қасиеттерді дамыту және қалыптастыру нәтижелері);

– мәлімделген мақсаттарға сәйкестік дәрежесі бойынша (қасақана және қасақана емес нәтижелер);

– ЖОО-ның нәтижені қалыптастыруға қосқан үлесі бойынша (ЖОО нәтижені дамытуда шешуші рөл атқарды; ЖОО нәтижені дамытуға ықпал етті; ЖОО нәтижені қалыптастыру болашағын ашты);

– нәтижені қалыптастыруға байланысты негізгі шығындардың түрлері бойынша (елеулі үақытша ресурстарды талап ететін нәтижелер; елеулі қаржылық шығындарды талап ететін нәтижелер);

– зерттелетін үрдіске технологияны ендіру мен басқару дәрежесі бойынша (детерминирленген және ықтималды);

– алынған нәтиженің деңгейі бойынша (абсолюттік және ықтималды) [13-15].

Студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамыту үрдісінің нәтижелері мен әсерлерінің жоғарыда көрсетілген жіктелуін ескере отырып, қашықтықтан оқыту түріндегі студенттердің виртуалды ұтқырлығын дамытудың белгілі бір жағдайларын қалыптастыру бойынша жұмыс жүргізілді.

Жүргізілген талдау негізінде виртуалды мобиЛЬДІК оқытуды сипаттайтын технологиялар кешенін ұсынамызы:

- мобиЛЬДІ оқыту кезеңдерінің технологиясы;
- мобиЛЬДІ оқыту технологиясы.

МобиЛЬДІ оқыту кезеңдерінің технологиясында бірнеше бөлімдерді ерекше атап өтуге болады. МобиЛЬДІ оқыту кезеңдер технологиясы 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. МобиЛЬДІ оқыту кезеңдерінің технологиясы

МобиЛЬДІ оқыту технологиясы педагог пен студенттің білім беру қауымдастықтарымен, құрылымдалған білім ресурстары мен жұмыстарын жеке немесе бірлесіп зерттеуінің бағытталған және реттелген жиынтықтар мен іс-әрекеттер тізбегін қосады.

### 3. Нәтижелері

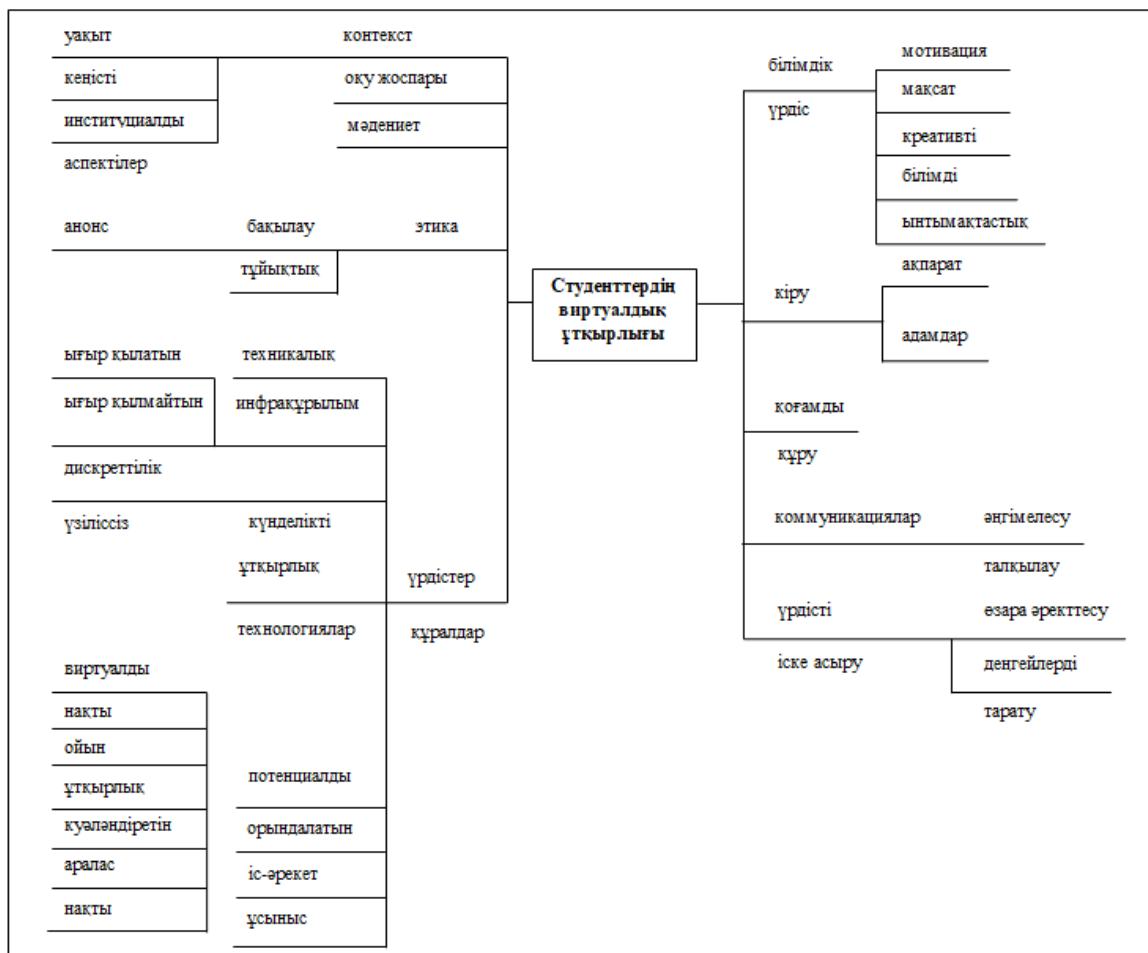
Сонымен, жоғарыда қарастырылған мәліметтер негізінде қашықтықтан оқыту түрінде білім алатын студенттердің виртуалды ұтқырлығының білім картасын ұсынамыз (яғни, зерттеліп отырған ұғымның жалпыланған құрылымдық түсініктемесінің сызба және мәтіндік түрі).

Зертеулердің негізі ашық түрде қашықтықтан білім берудегі қашықтықтан оқыту түрінде білім алатын студенттердің виртуалды ұтқырлығының қайта құру технологиясын ескеріп көрсету. Студенттердің виртуалды ұтқырлық технологиясына енгізілетін өзгерістер виртуалды ұтқырлықпен оқытумен мазмұнына, құралдарына, әдістері мен технологиялық ішкі жүйелерінің түріне көніл бөлінеді.

Виртуалды ұтқырлықпен оқыту құралдарына маңызды өзгерістер енгізілген: оқу бағдарламалары мен жоспарларында; оқулықтар мен оқу құраларында; желілік білім беру ресурстарында; әдістемелік қамтамасыз етуде; ноутбуектер, планшеттер, коммутаторлар, ұялы телефондар, смартфондар; мобиЛЬДІ Интернет-құрылғылары; спутниктік навигация құрылғыларында белгіленеді.

Виртуалды ұтқырлықпен оқыту үдерісінде педагог пен студенттердің оқу ресурстарына сымсыз қол жеткізу негізінде ақпараттық-коммуникациялық технологияларды белсенді қолданып, білім алушылардың өз бетінше білім алудына және өздігімен жұмыс істеу алуды жүзеге асырылады.

Білім картасы студенттердің виртуалды ұтқырлығын модельдеу технологиясы туралы ақпаратты шоғырландырады және 3-суретте көрсетілген.



**3-сүрет.** Студенттердің виртуалды ұтқырлығының білім картасы

#### 4. Талқылау

Қашықтықтан оқыту түрінде білім алатын студенттердің виртуалды ұтқырылық технологиясы заманауи акпараттық-коммуникациялық технологиялар негізінде негізгі мамандықты кәсіби деңгейде менгерген бәсекелесуге қабілетті мамандарды даярлау үшін білім беру мекемесінің білім беру, ғылыми және басқару қызметін біріктіруге бағытталған. МобиЛЬДІ оқыту құралдарын дамыту қашықтықтан оқыту түріндегі студенттердің виртуалды ұтқырылығын іске асыру технологиясына жаңаша қарауға мүмкіндік береді.

## ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Граничина О.А. Индивидуальная образовательная траектория и индивидуальный образовательный маршрут студента как фактор успешной подготовки будущего бакалавра в вузе//Модернизация образования: проблемы и перспективы: материалы XXII Рязанских педагогических чтений. - Рязань: Рязанский государственный университет, 2015. - С. 81-85.

[2] Кугель С.А. Мотивация и направления профессиональной мобильности ученых в условиях перехода к рыночным отношениям, РАН. Годичная научная конференция, 2018. М.: ИИЕТ РАН, 2016, С.192-194.

[3] Тихомиров В.П., Солдаткин В.И., Лобачев; С.Л., Ковальчук О.Г. Дистанционное обучение: к виртуальным средам, знаний. Дистанционное образование. - №2. - 2014. - С.8-16.

[4] Сакович С.М. Инновационные технологии и методы обучения в профессиональном образовании [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.mai.ru/events/sfiro/articles.php>.

[5] Проходов А.В., Рузин В.С. О глубинной концепции образования//Вестник высшей школы. 2010 - № 5 - С. 44-48.

[6] Колин К.К. Информационная технология как научная дисциплина//Информационные технологии. 2011. - № 2. - С. 4-7.

[7] Голицына И.Н., Половникова Н.Л. Мобильное обучение как новая технология в образовании //Образовательные технологии и общество. 2011. - № 1. - С. 241-252.

- [8] Гордеева Н.О. Использование мобильных технологий в образовании: метаанализ российских исследований//Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 3. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27704>.
- [9] Кольева Н.С., Кожахметова Р.Н. Развитие виртуальной мобильности посредством личностно-ориентированного подхода//Вестник Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева. – Выпуск №4(37). – Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2017. – С. 49-51.
- [10] Кольева Н.С., Кожахметова Р.Н. Виртуальная мобильность студентов дистанционной формы обучения: проблемы и тенденции становления//Х Международная научно-практическая конференция «Научный взгляд в будущее – как путь модернизации общественного сознания», «Дулатовские чтения – 2018» - г. Костанай, 2018 г., С.194-196.
- [11] Буров А.В. Корреляционный анализ взаимосвязей между индивидуально-психологическими особенностями детей и показателями адаптации к школьному обучению//Научно-методический электронный журнал «Концепт». - 2014. - № 7 (июль). - С. 101-105. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2014/14193.htm>.
- [12] Сидоренко В.Е. Математические методы в психологии. М., 2007. С. 120.
- [13] Кольева Н.С., Кожахметова Р.Н. Технология моделирования виртуальной мобильности студентов дистанционной формы обучения. Монография-Publisher: Palmarium Academic Publishing is a trademark of International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
- [14] Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius, 2020. – С 97. ISBN 978-620-2-39417-8
- [15] Б. С. Сафаралиев., Н. С. Кольева., Н. И. Пустовалова., Р. Н. Кожахметова. Білім беру жүйесі қызметінің жұмыс істеу механизмін модельдеу// Вестник КазНИТУ. –2019. – 6(136). – С.263-268.

Жекеева С.С., Кожахметова Р.Н.

**Концептуальный подход к разработке технологии моделирования виртуальной мобильности студентов дистанционной формы обучения**

**Резюме.** В данной статье рассмотрены концептуальные подходы разработки технологии моделирования виртуальной мобильности студентов, обучающихся в форме дистанционного обучения. С точки зрения концептуального подхода представлена образовательная карта виртуальной мобильности студентов, внедрение технологии моделирования и механизмов управления формирования виртуальной мобильности студентов, обучающихся в форме дистанционного обучения.

**Ключевые слова:** дистанционная форма обучения, технология моделирования виртуальной мобильности.

UDC 669.168:669.046

**O.R. Sariev, M.S. Almagambetov, N.Z. Nurgali A.M. Abdirashit, B.S. Kelamanov**

Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan)

**INVESTIGATION OF ELECTRIC CONDUCTIVITY OF FERROALLOY SLAGS**

**Abstract.** This article presents the results of electrical conductivity of slags of Ferroalloy smelting from Kazakhstan ores. Research results show that varying the content of boron oxide in manganese slags of different basicity allows you to adjust their electrical conductivity, keeping it in a given range. Thus, the presence of boron anhydride in the slags of high-carbon ferromanganese will allow the process to be carried out at higher basicity values, which will lead to improved process parameters, in particular to an increase in the degree of manganese extraction and a decrease in the concentration of silicon in the alloy.

**Key words:** ferrochrome, viscosity, electrical conductivity, metal, slag.

**Introduction.** One of the most important physical properties of liquid slag, along with viscosity and crystallization temperature, is its electric conductivity – a crucial parameter for ferroalloy production. Adequate data on slag conductivity allow efficient directional control of the smelting process.

The paper describes investigation of specific conductivity of ferrochrome slag and influence of boric oxide on Mn slags conductivity at varying basicity.

Based on high-temperature Tamman furnace we constructed an experimental unit for continuous measurement of liquid slag conductivity throughout its cooling. The measuring cell has two electrodes: one is a cylindrical molybdenum crucible with inner diameter 21,3 mm and height 32,0 mm and another is a molybdenum rod with 2,5 mm diameter. Electric conductivity of melt in the cell is determined based on measurement of current-voltage characteristic generated by high-frequency current. The high frequency is necessary to reduce polarization on the slag-electrode border [1]. Power source is frequency generator of G3-18 type.

Electric conductivity ( $R$ ) was determined by the formula [1]:

$$R = \frac{(K_5 - K_{10}) \cdot I}{\Delta U_5 - \Delta U_{10}}, \quad (1)$$

where  $K$  – cell constant ( $\text{cm}^{-1}$ );

$I$  – current, mA;

$\Delta U_5, \Delta U_{10}$  – voltage drop throughout the experiment, mA (5; 10 – depth of electrode immersion into the slag, mm)

**Methods.** To determine the cell constant the experimental unit was calibrated by standard 1,0 n. solution of KCl for the electrode immersion depth of 5, 10 and 15 mm. Method of repeated immersions of electrode was used to eliminate the influence of unpredictable fluctuations of electric contacts, wires and electrodes conductivity on voltage drop during the measurement experiments.

Measurement results were processed into diagrams in the “conductivity-temperature” coordinates. The example is given in the fig. 1 were we can see that nearly all melts have an exponential dependence of conductivity on temperature. Chemical compositions of slags are represented in the table 1.

As we know from [2] the electric current carriers are cations of calcium and magnesium and so the conductivity grow along with slag basicity, which is confirmed by our measurements (fig. 1, curve without boron). Influence of boric oxide on physical properties of oxide melts is ambiguous. On the one hand, addition of  $\text{B}_2\text{O}_3$  promotes lower viscosity and decrease of crystallization temperature. On the other hand, it leads to enrichment of slag with  $\text{BO}_3^{3-}$  anions and dominating influence of the latter factor causes decrease of slag conductivity. It becomes more apparent at higher temperatures where the influence of boric oxide on viscosity and crystallization temperature is reduced.

Table-1. Chemical composition of studied Mn slags

No.	Content, %					$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$
	MnO	CaO	MgO	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	
1	18,91	38,03	1,89	29,37	11,80	1,3
2	17,83	41,54	1,78	27,70	11,15	1,5
3	17,35	43,12	1,73	26,95	10,85	1,6
4	16,46	46,03	1,64	25,57	10,30	1,8

Results of the research show that altering the boric oxide content in Mn slags of various basicity we can control the slag's conductivity keeping it in the desired range. Thus, presence of boric oxide in high-carbon ferromanganese allows to carry out the smelting at higher basicity, which is beneficial for process performance. In particular, it would increase the manganese extraction and reduce the silicon content in the metal.

The same method was used to investigate the conductivity of ferrochrome slags. We studied three slag samples with varying basicity,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{MgO}$  content. Slags chemistry is given in the table 2. Measurement results are represented in the fig. 2 as dependence of conductivity on temperature.

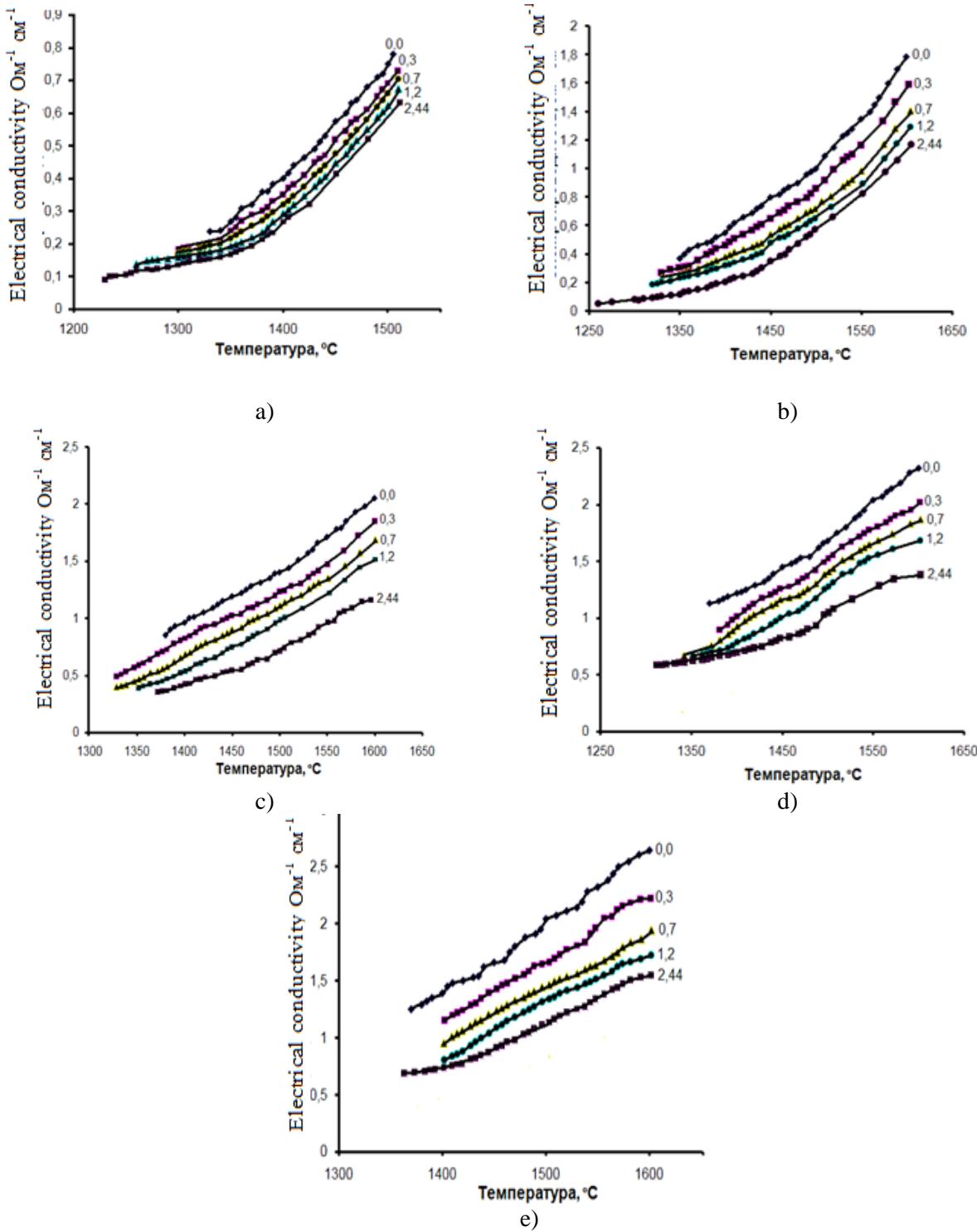
Table 2. Chemical composition of studied Cr slags

Slag sample No.	Content, %					$\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$
	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	CaO	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	MgO	
1	5,8	32,5	31,0	14,0	22,5	1,0
2	5,76	43,0	32,0	15,0	10,0	1,3
3	5,8	37,0	30,0	20,0	13,0	1,2

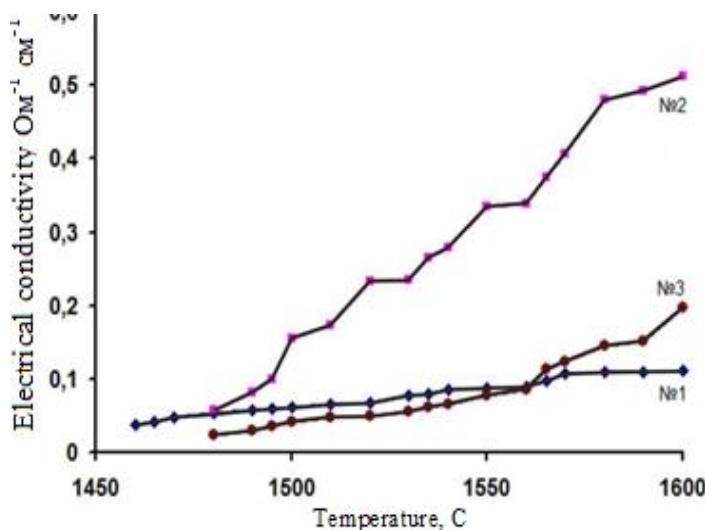
It explains dominating role of Ca cations as additional current carriers in conductivity of  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$  slags. Aside from that, growth of MgO level higher specific conductivity and reduced viscosity of the melt [4]. In this case the influence of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  on slags properties is ambiguous.

At  $\text{MgO/SiO}_2$  ratio over 0,5 it causes lower conductivity and higher viscosity, which is clearly seen in trend of curve 1. When the  $\text{MgO/SiO}_2$  ratio drops below 0,5 alumina leads to lower viscosity and higher

conductivity (sample 3). At MgO/SiO<sub>2</sub> ratio equal to 0,5 alumina shows its amphoteric properties with minor impact on specific resistance of the slag.



**Fig. 1.** Dependence of conductivity on slag temperature at the following basicity: a) 1,3; b) 1,5; c) 1,6; d) 1,8; e) 2,0 and various  $\text{B}_2\text{O}_3$  content (numbers by the curves are  $\text{B}_2\text{O}_3$  level in the slag, %)



**Fig. 2.** Dependence of conductivity on slag temperature at varying basicity,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{MgO}$  content  
(numbers by the curves are sample numbers as per table 2)

As we see from the fig. 2, sample No. 2 has higher conductivity compared to other slags.

Consequently, we may conclude that processing of high-magnesium chrome ore may benefit from the use of Si-Al reductants because higher content of aluminum oxide in the slag allows keeping its physical-chemical characteristics at desired level conforming to technology requirements.

**Discussion.** Our research has confirmed the basic principles of ion theory of slags structure. Based on revealed regularities we may assume the possibility of electric impact on the system in order to control the electrochemical interactions on the metal-slag border.

#### REFERENCES

- [1] B. Linchevskiy, Technique of metallurgical experiment, Moscow, Metallurgiya, 1967, p. 344.
- [2] A. Akberdin, A. Kim, et. al., Electric conductivity of melts of the system  $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3$ , Izvestiya RAN, Metals, 1993, No. 5, p. 62-66.
- [3] O. Sariyev, M. Tolymbekov, et. al., Influence of boric oxide on physical properties of manganese alloys slags, Proceedings of International Scientific conference "Integrated processing of minerals", Karaganda, 2008, p. 171-174.
- [4] T. Gabdullin, T. Takenov, et. al., Physical-chemical properties of manganese slags, Alma-Ata, Science, 1984, p. 232.

Сариев О.Р., Алмагамбетов М.С., Нургали Н.З., Әбдірашит А.М., Келаманов Б.С.

#### Қазақстандық кендерден феррокорытпаларды балқыту қождарының электр өткізгіштігін зерттеу

**Түйіндеме.** Бұл макалада казақстандық кендерден феррокорытпаларды балқыту қождарының электр өткізгіштігін анықтау. Зерттеу нәтижелері әртүрлі негіздегі марганец қождарында бор оксиді құрамының өзгеруі олардың электр өткізгіштігін белгіленген диапазонда ұстап, реттеуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Осылайша, жоғары көміртекті ферромарганец қождарында бор ангидридінің болуы процестің технологиялық параметрлерінің жақсаруына, атап айтқанда марганецті алу дәрежесінің жоғарылауына және корытпадағы кремний концентрациясының төмендеуіне экеп соктырады.

**Кілт сөздер:** Феррохром, тұтқырылым, электроткізгіштік, металл, қож.

Сариев О.Р., Алмагамбетов М.С., Нургали Н.З., Әбдірашит А.М., Келаманов Б.С.

#### Исследование электропроводности шлаков выплавки ферросплавов из казахстанских руд

**Резюме.** В статье представлены результаты электропроводности шлаков выплавки ферросплавов из Казахстанских руд. Результаты исследований показывают, что варьирование содержанием оксида бора в марганцевых шлаках различной основности позволяет регулировать их электропроводность, поддерживая ее в заданном диапазоне. Таким образом, наличие борного ангидрида в шлаках высокоуглеродистого ферромарганца позволит вести процесс при более высоких значениях основности, что приведет к улучшению технологических параметров процесса, в частности к повышению степени извлечения марганца и к снижению концентрации кремния в сплаве.

**Ключевые слова:** Феррохром, вязкость, электропроводность, металл, шлак.

УДК 677.024

<sup>1</sup> G.Yu. Kaldybaeva, <sup>1</sup> G.K. Eldiyar, <sup>2</sup> I.A. Nabieva, <sup>2</sup> D.N. Kadirova

(<sup>1</sup>M. Auezov South Kazakhstan State University, Ivanovo State Polytechnic University

<sup>2</sup>Tashkent Institute of Textile and Light Industry.

E-mail:[gkaldybaeva@mail.ru](mailto:gkaldybaeva@mail.ru))

## SUBSTANTIATION OF THE CHOICE FOR ASSORTMENT OF FABRICS WITH RELIEF DRAWINGS FOR MANUFACTURE OF MEN'S SHIRTS

**Abstract.** Nowadays, the assortment of materials for men's shirts is represented by fabrics and knitted fabrics made of cotton, silk, wool, linen, chemical fibers and filaments, as well as various combinations of these types of fibers and filaments. However, despite this diversity, the group of cotton fabrics is the main one for use in the manufacture of shirts. Cotton fabrics satisfy the basic requirements for shirts: hygroscopicity, vapor and air permeability, high colorfastness, ease of care for the product. Poplin, rep and other fine-weave fabrics are most commonly used for sewing men's shirts. The correct combination of cotton fiber mixtures of various types makes it possible to obtain fabrics with relief paintings for sewing men's shirts.

**Keywords:** cotton, fabric, weaving, assortment, men's shirts.

Г.Ю. Калдыбаева, Г.К. Елдияр, И.А. Набиева, Д.Н. Кадирова

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АССОРТИМЕНТА ТКАНЕЙ С РЕЛЬЕФНЫМИ РИСУНКАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МУЖСКИХ СОРОЧЕК

**Аннотация.** На сегодняшний день ассортимент материалов для верхних мужских сорочек представлен тканями и трикотажными полотнами из хлопка, шелка, шерсти, льна, химических волокон и нитей, а также различным сочетанием перечисленных видов волокон и нитей. Однако несмотря на такое разнообразие, группа хлопчатобумажных тканей является основной для использования при изготовлении верхних сорочек. Хлопчатобумажные ткани удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к сорочечным тканям: гигроскопичность, паро- и воздухопроницаемость, высокая прочность окраски, легкость ухода за изделием. Поплин, репс и другие ткани мелкоузорчатых переплетений наиболее часто используются для пошива мужских сорочек. Правильное сочетание смесей хлопкового волокна различных типов дает возможность получить ткани с рельефными рисунками для пошива мужских верхних сорочек.

**Ключевые слова:** хлопок, ткань, переплетение, ассортимент, мужские сорочки.

### Введение

Хлопок впервые вошел в западный рынок в виде дорогих тонких тканей таких как муслин и газон, но к концу XIX века его свойства сделали материалом универсального использования[1]. Хлопок выигрывает по отношению с другими тканями в стойкости. Хлопок предпочтителен, так как хорошо стирается и не требует дополнительного ухода. Действительно, согласно оценкам почти половина всего текстиля изготовлена из хлопка [2, стр.52]. Помимо этого хлопок удовлетворяет условиям цены-качества. Длина хлопкового волокна колеблется между 16,5 и 43 мм. По длине исходного волокна (длины волокна получаемого из 1 г сырья) определяется номер изготавляемой пряжи. Чем длиннее волокно, тем выше номер пряжи. Поэтому из длинных волокон хлопка можно сделать прочные и качественные ткани, которые в то же время будут меньше весить и лучше пропускать воздух. Однако, благодаря правильному сочетанию смесей хлопкового волокна различных типов можно получить ткани с рельефными рисунками хорошего качества.

В результате процесса ткачества для сорочек создают различные виды тканей посредством переплетения нитей основы и утка[3]. Наиболее распространенные виды тканей, получают в основном за счет варьирования способов переплетений.

Поплин - гладкая и прочная ткань. Поплин представляет собой простое переплетение нитей утка и основы, нити утка распрямлены, а плотность нитей основы больше плотности нитей утка. Таким образом, лицевая сторона образует мелкий поперечный рубчик. Наиболее уместно из поплина смотрятся классические костюмные сорочки для торжественных мероприятий.

Ткань рогожка изготавливается из чистого хлопка, но теперь в эту ткань добавляются различные синтетические волокна, такие, как полиэстер и искусственный шелк. Особенность переплетения рогожка, в том, что нити утка толще нити основы. Для создания ткани используют окрашенные и

неокрашенные нити, добиваясь тем самым эффекта мелкой клетки. Эти сорочки подходят как для официальных мероприятий, так и для повседневной носки. Сорочки из ткани рогожка не требуют особого ухода, их можно часто стирать и они сохраняют свою форму намного лучше, чем другие виды рубашек, они очень прочные и практичные. Ткань Рогожка очень легкая и хорошо пропускает воздух, поэтому она прекрасно подходит для пошива летних мужских рубашек.

Сорочки из саржевой ткани, такой как твил, имеют отличительный рисунок плетения, представляющий собой параллельные, расположенные по диагонали «жилки». Параллельные, расположенные по диагонали «жилки» создаются на сарже благодаря специальному плетению нитей утка. Саржа же разделяется на лицевую часть и изнаночную. На лицевой стороне саржи более четко виден необычный рисунок плетения. Особенно хорошо смотрятся полосатые рубашки из саржи, так как саржевое плетение выгодно подчеркивает и усиливает полосатый рисунок на ткани.

Ткань елочка относится к семейству саржевых тканей (только она имеет V-образный рисунок, а не с рисунок в виде параллельных диагональных линий). Такой рисунок создается благодаря чередованию направления саржевого плетения. Если внимательно посмотреть на традиционную саржу, то можно увидеть, что диагональные линии в ее рисунке расположены, не только параллельно, но и в одном направлении. Название ткани Елочка связано с тем, что, если посмотреть на V-образный рисунок под определенным углом, то он будет напоминать елочку. Интересный рисунок ткани елочка особенно выигрышно смотрится на цветных рубашках. Если сравнивать белую рубашку из ткани рогожка и белую рубашку из ткани елочка, можно увидеть ощущимую разницу. Необычный метод плетения ткани елочка создает иллюзию завершенности и аккуратности. Ткань елочки может показаться более толстой, чем ткань рогожка, но при внимательном рассмотрении ткань елочки все же оказывается более привлекательной, так как она более гладкая на ощупь и выглядит более изящно. Саржевые ткани имеют свойство быть устойчивыми к воздействию воды (это является одновременно их преимуществом и недостатком). Очевидной выгодой является то, что рубашки из ткани «в елочку» не нуждаются в добавлении каких-либо деталей: они оригинальны и привлекательны сами по себе.

### Методы

На строение тканей влияют следующие параметры [4-5]:

- сырьевой состав, выбираемый с учетом назначения ткани и требований, которые к ним предъявляются;
- диаметры нитей основы и утка и их соотношения, в которых увеличение диаметра нитей одной системы повышает разрывную нагрузку и удлинение ткани этой системы и уработку нитей другой системы;
- плотность ткани по основе и утку, и их соотношения, в которых изменение плотности ткани одной системы нитей вызывает изменение технологических параметров выработки строения и свойств ткани;
- оценка напряженности выработки ткани на ткацком станке, которая характеризуется наполнением ткани волокнистым материалом, т.е. отношением фактической плотности к максимальной плотности ткани;
- вид переплетения нитей ткани, которая характеризуется числом перекрытий одной системы другой системы в пределах раппорта ткани. Переплетения, имеющие наименьшее число перекрытий имеют большую разрывную нагрузку и уработку нитей в ткани, и выработка тканей сопровождается на станке большей напряженностью;
- технологические параметры, к которым следует отнести натяжение нитей основы и утка и их соотношения, величина заступа, размеры и расположение зева.

Эти параметры изменяют расположение нитей в ткани, следовательно, определяет строение ткани (толщина, пористость, заполнение и наполнение ткани и др.).

В работах [6-10] показано, что переплетение влияет на воздухопроницаемость, водопоглощаемость, стойкость на истирание тканей.

В работе [6] отмечено то, что фаза строения, вид переплетения и диаметры нитей влияют на прочность ткани.

В работе [7] разработан способ, технологии изготовления тканевых структур и исследование их строения. В [8] работе исследователями приведен расчет уработки нитей в однослойной саржевой ткани по ее поверхностной плотности и изменение уработки при формировании ткани.

Изучению вопросов строения и проектирования тканей посвящены работы [9-12]. Многие работы посвящены [11] проектированию тканей с заданными свойствами. В работе предложено проектирование хлопчатобумажных тканей по раздирающей нагрузке и поверхностной плотности.

В работах [12-16] исследованы развитие технологии формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей, исследованию процесса торможения и подачи уточины, натжения нитей основы по ширине ткацкого станка, а также влияние параметров среды на перемещения опушки ткани в упругой заправки станка.

Однако, следует отметить то, что недостаточно изучены параметры, определяющие строение сорочечной ткани и проектирование их по разрывной нагрузке.

Ткань из пряжи одинарного кручения самая распространенная при изготовлении как сорочек на заказ, так и сорочек массового производства. Разница в номере используемой пряжи, в длине нити получаемой в процессе обработки хлопка. Сорочки массового пошива изготавливают из пряжи, не превышающей номера  $N = 30/1$  одинарного кручения. Сорочки из такой ткани - универсальное сочетание цены и качества. Ткань одинарного кручения уже на номере пряжи  $N = 40/1$  ощущается мягкой, и прекрасно дышит. Двойное кручение это способ усилить износостойчивые свойства будущей ткани посредством скручивания пряжи вдвое.

Учитывая климатические условия региона, ассортимент сорочечных тканей целесообразно вырабатывать с поверхностной плотностью до  $120 \text{ гр./м}^2$ .

Также, целесообразно технологию изготовления сорочечных тканей проводить без процесса шлихтования, путем использования нитей малой линейной плотности по основе и утку.

**Таблица-1. Ассортимент сорочечных тканей**

№	Номер артикула	Линейная плотность пряжи		Число нитей на 10 см ткани		Уработка нитей, %		Номер берда	Переплетение	Поверхн. плотн. ткани, $\text{Г/м}^2$
		$T_o$	$T_y$	$P_o$	$P_y$	$a_o$	$a_y$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	305	18,5	15,4	250	178	4,8	7,2	115	Полотно	176
2	317	15,4 гр.	11,8 гр.	342	346	7	6,4	160	Полотно	103
3	318	14 гр.	11,8 гр.	342	346	7	6,4	160	Полотно	97
4	329	15,4 гр.	11,8 гр.	342	346	7	7,4	160	Полотно	103
5	331	15,4 гр.	11,8 гр.	296	228	5	5,4	140	Полотно	78
6	332	15,4 гр.	11,8 гр.	183	165	3,5	7,2	85	Полотно	51
7	333	18,5	15,4	279	268	5,7	6,8	128	Полотно	102
8	346	14 гр.	16,5 гр.	337	266	8,2	5,4	160	Полотно	101
9	354	14 гр.	14 гр.	340	305	8,5	5,9	160	Полотно	101
10	704	10x2	10x2	326	208	7	4,6	104	Полотно	115
11	719	42	42	175	148	3,1	8,6	80	Полотно	148
12	749	7,5x2	10x2	386	236	8,5	3,8	125	Полотно	114
13	750	7,5x2	10x2	386	236	8,5	2,8	125	Полотно	114
14	816	7,5x2	7,5x2	444	236	7,9	3,6	107	Полотно	110
15	840	11,8x2	25 гр.	355	180	8,7	2,8	115	Полотно	139
16	843	7,5x2	20 гр.	429	225	7,9	3,9	103	Мелко-узорчат.	119
17	871	11,8x2	25 БД	350	204	9	3,8	115	Полотно	150
18	874	18,5x2	36	183	184	6	7,6	85	Полотно	148
19	876	15,4x2	36	218	170	3,5	8,3	100	Полотно	140
20	878	10 гр.x2	20 гр.	309	212	8	2,8	100	Полотно	112
21	879	25 БД 33% ВПЭФ	25БД 33%ВПЭФ	257	210	6	7,6	118	Полотно	129
22	880	7,5 гр.x2	10 гр.x2	360	230	6,4	4,2	115	Комбин.	108
23	883	14гр. 33% ВПЭФ	25 33%ВПЭФ	375	194	7	5,3	135	Комбин.	112
24	886	11,8 гр.x2	11,8 гр.x2	276	190	6,5	4,5	88	Полотно	120
25	888	18,5 45% ВПЭФ	18,5 45%ВПЭФ	258	230	7	7	120	Полотно	99

26	943	18,5x2	16,5x2 25%ВВис	279	170	9,1	3,5	112	Полотно	174
27	948	14 гр.	16,5 гр.	436	277	9	4,1	140	Комбин.	120
28	966	14 гр.	16,5 гр.	372	267	11	4,7	120	Комбин.	110
29	977	14 гр.	20	270	270	6	5,2	110	Мелко-узорчат.	99
30	983	7,5 гр.x2	9 гр.x2	669	189	8,4	1,8	165	Полотно	145
31	1078	14 гр.	20	272	220	6	5,7	130	Полотно	90
32	1084	14 гр.	14 гр.	288	270	6	6,2	135	Полотно	86
33	1086	14гр. 33% Всибл	25 33%Всибл	335	200	4	6	105	Полотно	105
34	1250	15,4x2	29	248	213	6,7	7,1	100	Полотно с атлас полосой	143
35	1302	25 БД	25БД	176	202	3,5	9,1	80	Полотно	98
36	1307	11,8x2 33% ВПэф	16,5x2 33%ВПф	248	262	5,2	7,3	115	Комбин- ирован.	110
37	1402	10 гр.	8,5 гр.	366	346	6	7,3	113	Полотно	73
38	1413	14 гр.	16,5 гр.	266	216	5	6	125	Полотно	78
39	1425	11,8 гр.	11,8 гр.	280	260	6	7,2	130	Полотно	68
40	1436	16,5	15,4	236	236	4,8	11,3	110	Комбин.	83
41	1449	15,4	20	396	220	6	5,4	125	Комбин.	115
42	1455	16,5 гр.	11,8 гр.	270	265	5,5	8	125	Полотно	81
43	1465	5,9 гр.x2	5,9 гр.x2	276	270	5,7	5	130	Полотно	71
44	1470	7,5 гр.	5,9 гр.	429	504	6	7,8	198	Полотно	72
45	1471	11,8 гр.	11,8 гр.	406	384	7	6,4	190	Полотно	108
46	1472	7,5 гр.	5,9 гр.	429	504	6	6,3	198	Полотно	72
47	1474	10,8 гр.	9,1 гр.	454	472	9,1	5,3	215	Полотно	105
48	1481	42	50	150	100	4,5	8,1	70	Полотно	123
49	1503	10 гр.	10 гр.	322	208	7	6,8	150	Полотно	69
50	1512	10x2	11,8	248	265	6,5	7,2	115	Полотно	87
51	4467	16,5 гр.	11,8 гр.	275	269	3	9,2	125	Полотно	82
52	4471	15,4 гр.	11,8 гр.	303	302	4,8	8,9	138	Полотно	87
53	4491	11,8 гр.x2	15,4	204	240	5,7	7,8	94	Полотно	94
54	7019	7,5	5,9	429	456	6	6,3	190	Полотно	69
55	7031	11,8 гр.	11,8 гр.	406	384	7	6,5	190	Полотно	108
56	7173	9 гр.	5,9 гр.	508	506	6,5	5,5	160	Полотно	87
57	7269	15,4 гр.	15,4 гр.	282	340	8	8,1	130	Полотно	106
58	7281	10,8 гр.	10,8	278	300	5,5	6,7	130	Полотно	73
59	7299	15,4 гр.	15,4 гр.	282	340	8	7,8	130	Полотно	106
60	7342	11,8 гр.	10,8 гр.	427	460	9,5	5,8	201	Двух-слойное	111

### Результаты:

В таблице 1 представлен существующий ассортимент сорочечных тканей из справочной литературы [2,3]. Анализируя данные таблицы можно сделать следующие выводы:

1. Из всего разнообразия ассортимента - 80% составляют сорочечные ткани имеющие поверхность плотность свыше 100 гр./м<sup>2</sup>;

2. Доля сорочечных тканей вырабатываемых полотняным переплетением составляет 83 %;

3. В основе используемых крученых нитей 30%, также сорочечные ткани 100% вырабатывают из нитей малой линейной плотности в основе и утке.

В ходе исследования целесообразным является использование для производства мужских сорочек хлопчатобумажной пряжи местных средневолокнистых сортов хлопчатника.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Gordon, Y-L. Hsieh, Cotton Science and technology, publishing limited Cambridge, England, 2007.- p.528.
- [2] K.K.Chawla Fibrous materials, Cambridge university press, 2005.- p.309

- [3] N.Gokarneshan, Fabric structure and design, New age international (p) limited, publishers, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi 2004.- p.139
- [4] Г. И. Толубеева [и др.]; Теория строения и проектирования тканей: основные положения и понятия, Иваново: ИГТА, 2012. - 227 с. ISBN 978-5-88954-363-3
- [5] Кожевникова Л.В., Карева Т.Ю., Кожевников С.О. методика подбора переплетения в продольных полосах ткани с условием обеспечения стабильного протекания процесса ткачества// Известия Вузов. Технология текстильной промышленности 2017. №3 (369). – С. 145-148
- [6] Карева, Т.Ю. Исследование влияния вида поперечного сечения и величины смятия нитей на порядок фазы строения ткани / Т.Ю. Карева, Э.М.Гриднева, Л.В. Кожевникова // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск-2015): Сборник материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов Ч. 1– Иваново: ИВГПУ, 2015.– С. 41-42.
- [7] Карева Т.Ю. Разработка способа, технологии изготовления тканей новых структур и исследование их строения// Дис. докт. техн. наук. – М.:МГТУ, 2005.
- [8] Ленец О.П., Маховер В.Л., Ефремов Д.Е. Расчет уработки нитей в однослоиной суровой ткани по ее поверхностной плотности и изменение уработки при формировании ткани // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности 2006. №1. — С. 66-69.
- [9] Степанов, С.Г., Салихова А.Х., Степанов Г.В. Равновесие нити в ткани // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности 2000. №4. – С. 41-44.
- [10] Карева, Т.Ю. Определение величины изгиба нитей основы в тканях новых структур на основе линейной теории изгиба // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности 2002. №3. – С. 35-38с.
- [11] Коробцева А.В., Мартынова А.А. Проектирование хлопчатобумажных тканей по раздирающей нагрузке и поверхностной плотности // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности 2006. №6. – С. 55-28.
- [12] Степанов, С.Г. Развитие технологии формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей// дисс. докт. техн. наук. Иваново: ИГТА, 2007.
- [13] Рахимходжаев С.С., Кадирова Д.Н.,Расулов Х. Влияние параметров среды на перемещения опушки ткани в упругой заправки станка// Проблемы текстиля 2014. - №2. - С. 61-66.
- [14] Kadirova D.N. Research of structure of fabrics// International Journal of Advanced Research in Science Engineering- 2018.-№11
- [15] Рахимходжаев С.С., Кадирова Д.Н. Исследования процесса торможения и подачи уточны на ткацких станках//Проблемы текстиля -2002.- №4. - С.11-17.
- [16] Кадирова Д.Н., Юлдашев А. Исследование натяжения нитей основы по ширине ткацкого станка. //Тезисы докладов Межвузовской научно-техн.конф. Иваново, ПОИСК 2003.- С.86-87.

Калдыбаева Г.Ю., Елдияр Г.К., Набиева И.А., Кадирова Д.Н.

**Ерлер жейделерін өндіруге арналған бедерлі суреттері бар мatalар ассортиментін тандауды негіздеу**

**Түйіндеме.** Бұғынгі күні ерлердің жейделеріне арналған материалдардың ассортименті мақта, жібек, жун, зығыр, химиялық талшықтар мен жіптерден жасалған мatalар мен трикотаж, сондай-ақ талшықтар мен жіптердің аталған түрлерінің әртүрлі үйлесімінен тұрады. Алайда, мұндай әртүрлілікке қарамастан, мақта мatalар тобы ерлер жейделерді дайындау кезінде пайдалану үшін негізгі болып табылады. Мақта-мата мatalары жейделі мatalарға қойылатын негізгі талаптарды қанағаттандырады: гигроскопиялық, бу және ауа өткізгіштігі, бояудың жоғары беріктігі, бұйымды құту жөнелдігі. Поплин, репс және басқа да ұсақ түкті мatalар ерлер жейделерін тігу үшін жиі қолданылады. Түрлі үлгідегі мақта талшығы қоспаларының дұрыс үйлесімі ер адамның жоғары жейделерін тігу үшін бедерлі суреттермен матаны алуға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** мақта, мата, айқаспа, ассортимент, ерлер жейделері

ӘӨЖ 519.283; 519.688

**B. Ismailov, G. Besbayev, Kh. Ismailov, Zh. Iztayev**  
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan  
ismailovkhb@mail.ru)

## CREATING SIMULATION MODELS FOR ORGANIZATION AND OPTIMIZATION OF TRANSPORT LOGISTICS COMPANIES

**Abstract.** This paper presents the results of creating a simulation model for transportations for organizations and optimization of transport logistics of an enterprise. As a subject area - enterprises, a company was selected that operates in the field of sales of medical equipment, furniture, and special vehicles. To develop the simulation model, the capabilities of AnyLogic software were used. The results can be used to automate business processes and other enterprises.

**Keywords:** simulation model, optimization, transport logistics, AnyLogic, GIS map, companies.

Б.Р. Исмаилов, Ф.Э. Бесбаев, Х.Б. Исмаилов, Ж.Д. Изтаев  
(М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,  
Қазақстан, Шымкент. ismailovkhb@mail.ru)

## КӘСІПОРЫННЫҢ ТРАНСПОРТТЫҚ ЛОГИСТИКАСЫН ҰЙЫМДАСТАҮРУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ҮШІН ТАСЫМАЛДАРДЫҢ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ

**Аннотация.** Бұл мақалада кәсіпорынның транспорттық логистикасын ұйымдастыру және оңтайландыру үшін тасымалдаудың имитациялық моделін құру нәтижелері көлтірілген. Пәндік сала ретінде медициналық жабдықтар, жиназдар мен арнайы қоліктерді сату саласында жұмыс істейтін компания таңдалған. Имитациялық модельді құру үшін AnyLogic бағдарламалық жасақтамасының мүмкіндіктері пайдаланылды. Нәтижелерді басқа кәсіпорындардағы бизнес-процестерді автоматтандыру үшін де пайдалануга болады.

**Кілттік сөздер:** имитациялық модель, оңтайландыру, транспорттық логистика, AnyLogic, GIS карта, кәсіпорын.

Нарықтық экономика дәүрінде кәсіпорындардың материалдық және ақпараттық ағындарын нақты тұтынушыларға тиімді тарату маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Қазіргі күнде үлкен кәсіпорындар, жеке ұйымдар тауар өндіру және оны тұтынушыларға жеткізуде транспорттық логистика және оның элементтерін өз жұмыс тәжірибесінде қолданып келеді [1-4]. Транспорттық логистиканы іске асыруда ақпараттық технологиялар және модельдеу негіздерін қолдану кәсіпорын үшін шешім қабылдау жүйесін құруда аса тиімді болады. Аталған инновациялық технологияларды құрделі проблемаларды шешуде қолдану осы жұмыстың өзектілігін көрсетеді.

Бұл жұмыста «Индустріалды-инновациялық даму» мемлекеттік бағдарламасының кезендерін іске асыруши кәсіпорының транспорттық логистикасын ұйымдастыру және оңтайландыру үшін тасымалдардың имитациялық модельдеу құру нәтижесі көлтірілген.

Модельдеу, соның ішінде имитациялық модельдеу, транспорттық логистика саласындағы зерттеу және құрылымдардың бөлінбес белгі болып табылады. Логистикалық үрдістердің имитациялық моделін құру арқылы ғана кәсіпорын жұмысының тиімділігін көтеруге болады. Имитациялық модельдеу бизнес орталарда ең заманауи және кең тараған әдістердің бірі болып саналады. Логистикалық үрдістерді имитациялық модельдеу қабылданатын шешімдердің дәлдігі және сенімділігін көтеруге арналған [5].

Кәсіпорын Шымкент қаласында орналасқан, ол медициналық және зертханалық қондырғыларды сату, медициналық мақсаттағы автокөліктерді жабдықтандыру қызметтерін көрсету және емдеу мекемелерін кешендік жабдықтаумен айналысады.

Кәсіпорынның транспорттық логистикасын ұйымдастыру, яғни тауарларды сату және қызмет көрсету тиімділеу әдістерімен іске асырылуы қажет. Үрдістерді имитациялық модельдеу үшін қолданбалы бағдарламалар, соның ішінде AnyLogic қосымшасының мүмкіндіктерін пайдалануға болады.

Имитациялық модельдеу үрдістің орындалуына адамның қатысуы уақыт өтүімен қажет болғанда қолданылады. Операцияларды орындастын адам қалыптасқан жағдайға байланысты, мысалы шахмат ойнайтын адам тактаға қарап өзінің келесі жүрісін ойлағаны секілді, қандай да бір шешім қабылдай алады [6].

Имитациялық модельдеудің мақсаты түрлі тәжірибелер өткізу үшін зерттелетін пәндік облыстың симуляторын құру болып табылады. Имитациялық модельдеу жүйенін күйін уақыт бойынша имитациялауга мүмкіндік береді. Модельдеу түрінің ерекшеліктерінің бірі – модельдегі уақытты басқаруға болады: тез өтетін процестерді бәсендетеу және жай жүретін процестерді тездетьу.

Қазіргі уақытта имитациялық модельдеу негіздері жоғарыда айтылғандай, түрлі салаларда тиімді түрде қолданылып келеді. Соның ішінде, логистикалық үрдістерді зерттеуде имитациялық модельдеу элементтерін қолдану шешім қабылдаудың тиімді құралы болып саналады. Себебі, логистикалық жүйелер қоршаған орта белгісіздігі жағдайында жұмыс істейді. Сондықтан, материалдық ағындарды басқаруда көптеген кездейсок сипаттағы факторларды ескеру керек. Мұндай жағдайларда логистикалық үрдістердің әр түрлі компоненттері арасында нақты сандық қатынастарды орнататын аналитикалық модель құру мүмкін емес немесе тым қымбат болуы мүмкін.

Логистикалық мәселелерді имитациялық модельдеу үшін дискретті оқиғаларды модельдеу бағдарламалық пакеттері - Arena, AutoMod, eM-Plant (SIMPLE++, Plant Simulation), Enterprise Dynamics, Extend, ProModel, QUEST, Simul8 и WITNESS, сонымен бірге, әмбебап AnyLogic бағдарламалық пакеті қолданылады.

Кәсіпорынның транспорттық логистикасын үйімдастыру үшін имитациялық модельдеу AnyLogic бағдарламалық пакеті колданылады. Ол модельдеудің барлық әдістері, AnyLogic кітапханасы, ГИС-карталарды қолдану, анимация, тәжірибелер өткізу, модельдерді экспорттау мүмкіндіктерін ұсынады [7].

AnyLogic бағдарламасын қолдану ақпараттық технологиялар саласында базалық біліммен модельдеу әлеміне кіруге үлкен мүмкіндіктер береді. Ол орыс тіліндегі графикалық интерфейс және әбден ойластырылған жанамалық анықтамалық жүйе түрінде дайындалған Java тілінде модельдеу құры ортасы болып табылады [8-11].

Кәсіпорынның тауарлары, яғни медициналық қондырғыларды тұтынушыларға логистикалық принциптер негізінде тасымалдауын имитациялық модельдеу үрдісін қарастырамыз. Кәсіпорынның потенциалды тұтынушылары Шымкент қаласы және Түркістан облысының түрлі жерлерінде орналасқан деп есептейміз. Модельдеуден мақсат – тұтынушыларға белгіленген уақытта тауарларды жеткізу үрдісін тиімділеу және онтайландыру [12-15].

Транспорттық логистика есебін келесі түрде қоямыз: кәсіпорынның медициналық қондырғыларын Шымкент қаласында орналасқан тұрақты тұтынушыларға логистикалық принциптерге сәйкес жеткізу қажет.

Шымкент қаласында орналасқан 8 жеке клиникалар кәсіпорынның тұтынушылары болсын. Аталған тұтынушыларға аптасына 2 рет медициналық препараттар, қондырғы және т.б. заттарды жеткізу қажет болсын. Тұтынушылардан кәсіпорынға хабарлама тапсырыс түрінде келеді. Жүк көліктіне тауарларды жүктеу үшін 2-3 сағат аралығында уақыт жұмсалады және осынша уақыт жүкті түсіру үшін қажет. Тауарларды алған соң кәсіпорынға «Жеткізілді!» деген хабарлама жібереді, сонан соң жүк көліктері кәсіпорынға қайтады. Кәсіпорында 5 жүк көлігі бар деп есептеп, олардың оптимальды санын бағалау үшін жүк тасымалдау үрдісін модельдеу қажет.

Бұл есепті іске асыру үшін келесі іс-әрекеттерді ретімен орындау қажет:

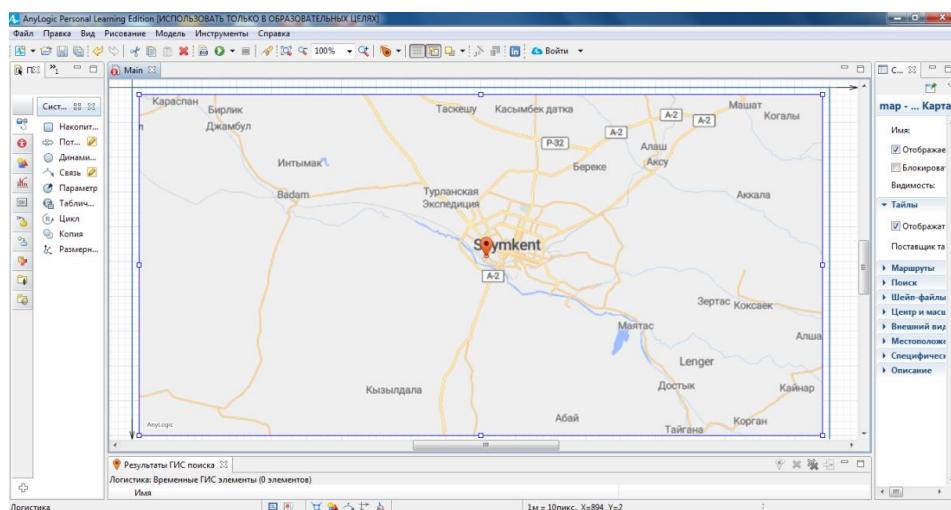
- Есептің қойылымында аталған барлық тұтынушылардың орналасуы және бағыттарын анықтау.

- Барлық тұтынушылардың тапсырыс формасы бірдей деп қабылдан, жаңа тапсырыстарды рәсімдеу үрдісін сипаттау.

- Кәсіпорынның тапсырыстарды орындау логикасын сипаттау, яғни тапсырыстарды қабылдау, жүкті жүктеу, тұтынушыға жіберу, жүкті түсіру, хабарлама жіберу және жүк көлігін кәсіпорынға қайтару.

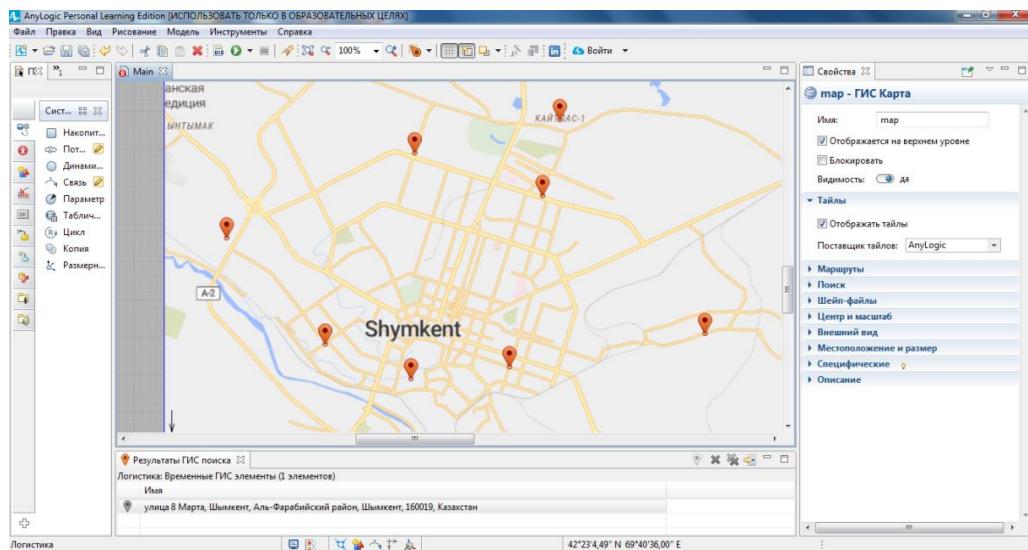
- Кәсіпорын үшін жүк көліктінің қажетті санын анықтау мақсатында тауарларды жеткізуде жүктеме 85%-дан аз болмайтын онтайландыруды жүзеге асыру.

AnyLogic имитациялық модельдеу бағдарламалау пакетін іске қосамыз және жаңа модельді «KMP Holding» деп атайды (1-сурет). Бағдарлама аймақтың ГИС-карталарын қосу және тауар жеткізу үрдісін шынайы түрге жақын түрде модельдеуге мүмкіндік береді. Бағдарламаға Шымкент қаласының ГИС-картасын орналастырамыз.



1-сурет. AnyLogic басты терезесіне ГИС картасы орналастыру

Шымкент қаласының ГИС-картасына ГИС-нүктелер, яғни формальды түрде потенциалды тұтынушыларды орналастырамыз және олармен жұмысты жөнелдете үшін бір жүйеге біріктіреміз (2-сурет).

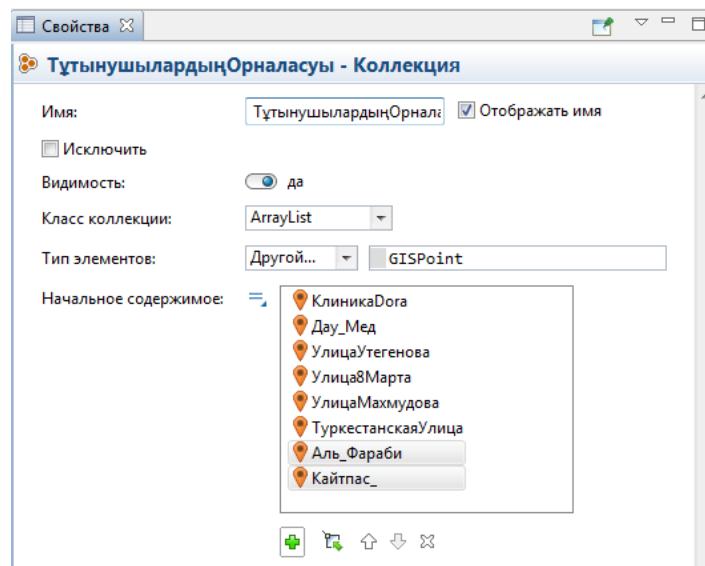


**2-сурет.** Потенциалды тұтынушылар орналастырылған ГИС-карта

Орнатылған ГИС-нүктелердің қасиеттері, яғни тұтынушылардың мекенжайлары 3-суретте көрсетілген.

Орнатылған ГИС-нүктелер үшін Агент популяциясын орнатамыз. Сәйкес палитра арқылы «Популяция агентов» түймесін таңдаймыз және оның типі, аты және анимация түрі параметрлерін орнатамыз.

Популяцияның алғашқы агенттер санын орнату және олардың мекенжайын анықтау үшін «Агенттердің алғашқы саны» өрісіне *Тұтынушылардың Орналасуы(size)* функциясын ендіреміз. Бұл функцияның мәні алғашқы тұтынушылар саны, яғни 8 ге тең болады.

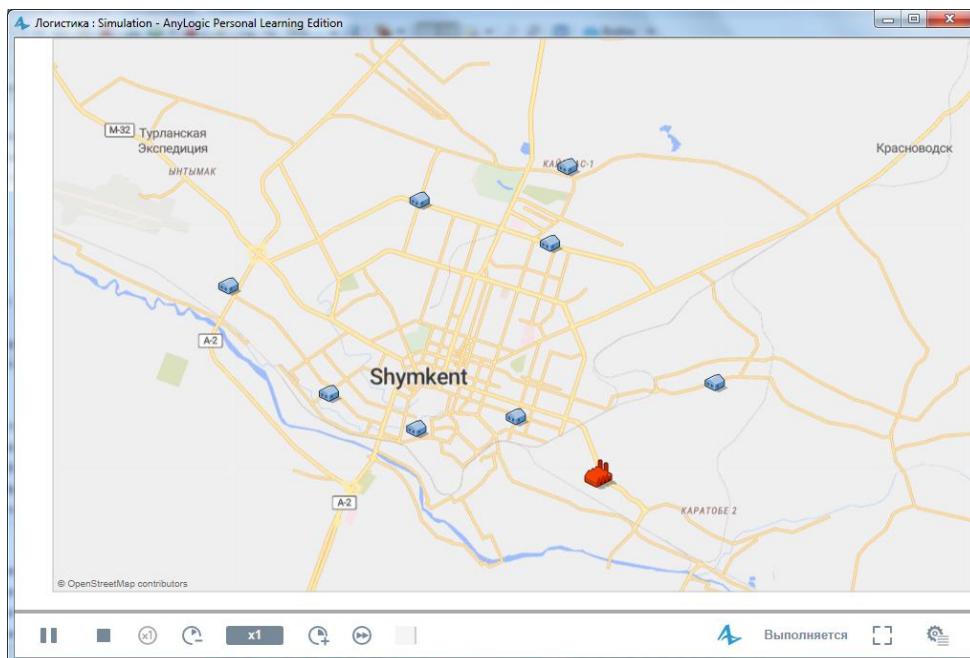


**3-сурет.** Тұтынушылардың ГИС-картада орналасу қасиеттері

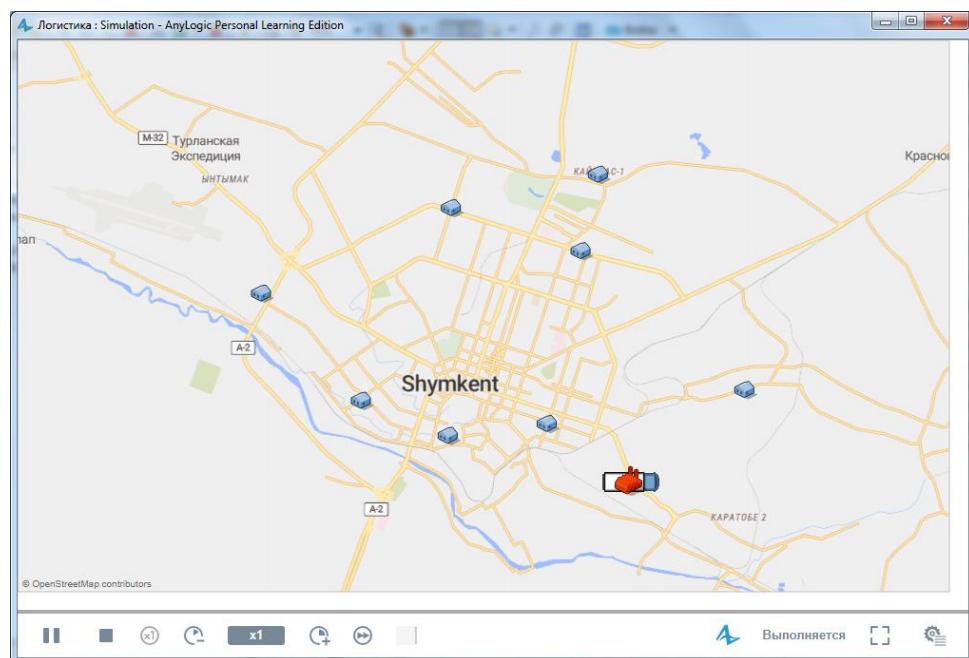
Модельге кәсіпорынды орнату үшін ГИС-нүктे арқылы жаңа Агент типін қолданамыз. Кәсіпорынның мекенжайын таңдаپ, Өндіріс компонентімен байланыстырамыз. Нәтижеде экран бетінде ГИС нүктелер, соның ішінде тауар өндіруші кәсіпорын бейнеленген көрініс пайда болады (4-сурет).

Есептің қойылымын, яғни кәсіпорынның транспорттық мүмкіндіктерін ескеру үшін жүк көліктерінің санын анықтау қажет. Аталған көліктер кәсіпорынның тауарларын нақты тұтынушыларға тасымалдау үшін қолданылатын болады. Ол үшін жаңа Агент құрып, оның параметрлерін орнатамыз. Сонымен бірге, көліктердің алғашқы нақты санын ендіру үшін Параметр атты түймені пайдаланамыз. Оның мәнін 5 деп қабылдап, бүтін сан етіп тағайындеймыз. Нәтижеде көліктер бейнеленген ГИС карта пайда болады (5-сурет).

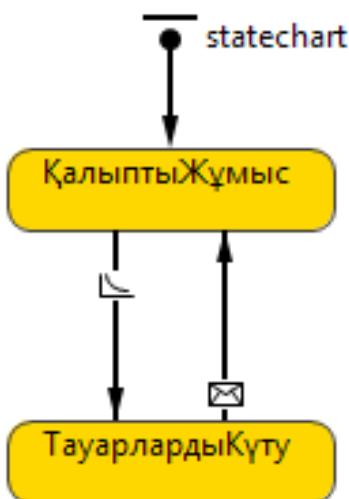
Қалып-күй компоненті арқылы «Тұтынушы» агенттің параметрлері, яғни тауар тапсыру үрдісін (қалыпты жұмыс, тауарларды күту) жобалаймыз. Тауарларды жеткізу алдын ала анықталған қарқындылықпен іске асырылады (6-сурет). Берілген сұлбаға сәйкес тұтынушылар кәсіпорынға тауарларға тапсырыс берे алады.



4-сурет. Кәсіпорын және тұтынушылар бейнеленген ГИС карта

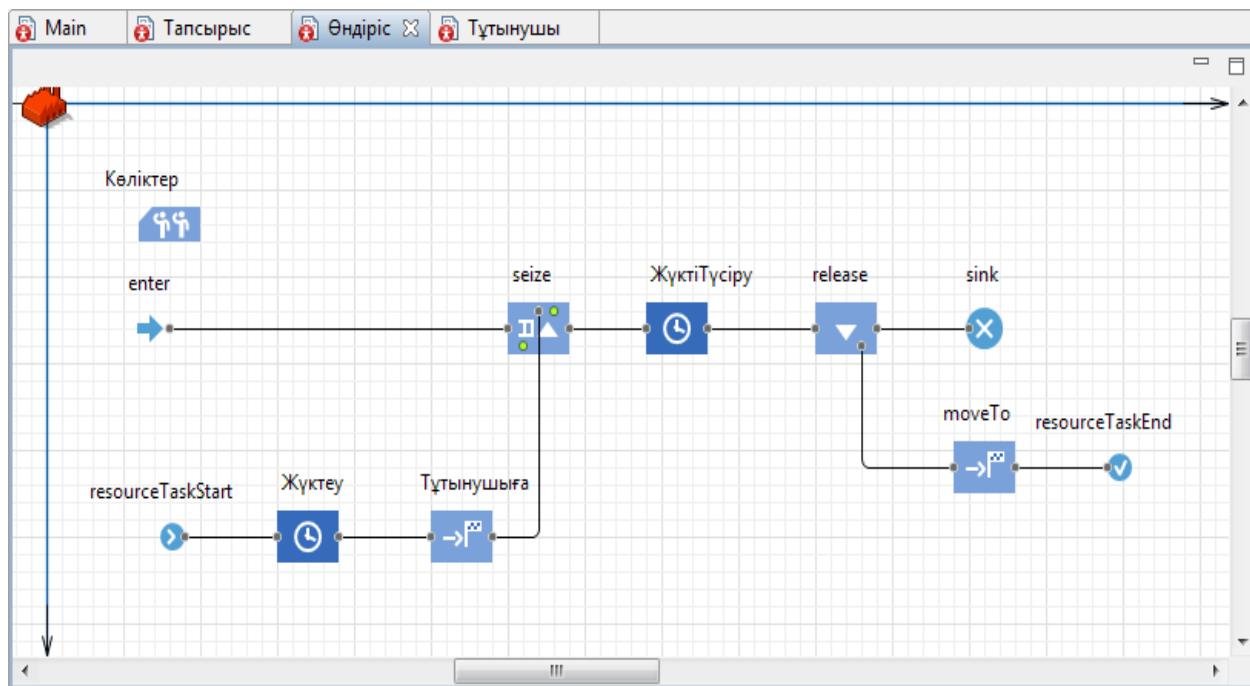


5-сурет. Кәсіпорынның транспорттық мүмкіндіктерін орнату



6-сурет. «Тұтынушы» агентінің параметрлерін орнату

Тұтынушылардың тапсырыстарын орындау логикасын жобалаймыз. Ол үшін үрдіске кіру, күтү, орындау, жүктеу компоненттерін орнатып, олардың параметрлерін анықтаймыз (7-сурет).

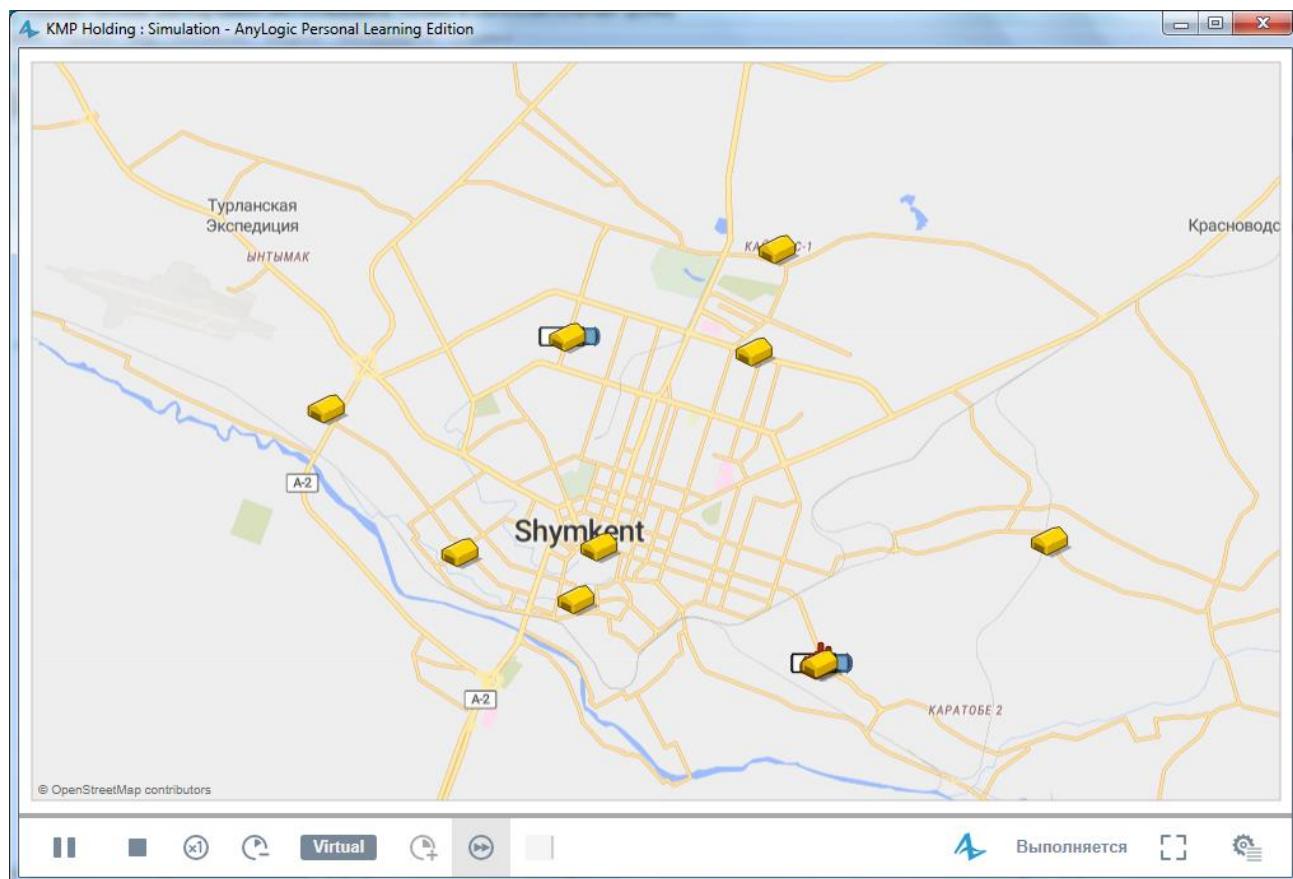


7-сурет. Тұтынушылардың тапсырыстарын орындау логикасы

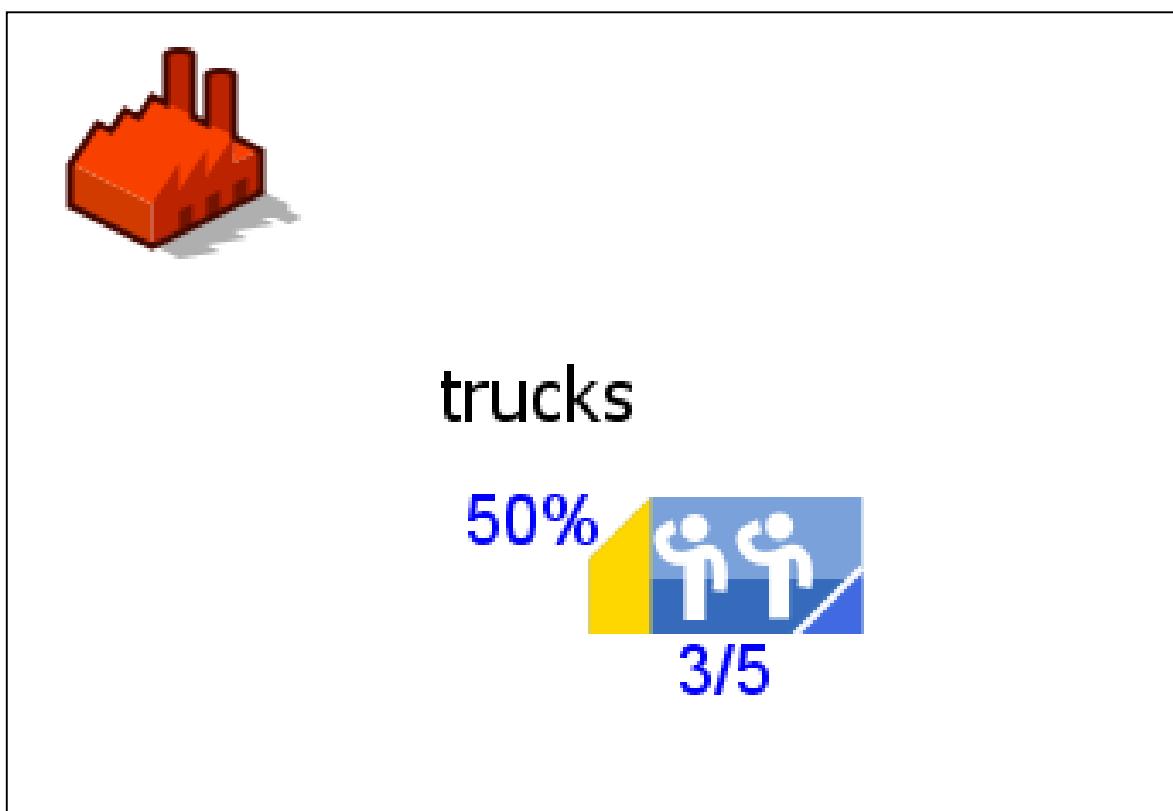
Қажетті өзгерістерді енгізген соң модель іске қосылады. Жүк көліктері тұтынушыларға тауар жеткізген соң кәсіпорынға қайтады. Карта масштабын өзгерту арқылы жүк көліктері модельді орындау кезінде желіден жүктелген карта және нақты маршруттар бойынша жүретінін көруге болады (8-сурет).

Кәсіпорынның транспорттық жүктемесін бағалау үшін ашық модельде manufacturing агентін ашу қажет. Resource Pool блогы арқылы жүк көліктері тек 50 % жүктемемен жұмыс істеуін анықтауга болады (9-сурет).

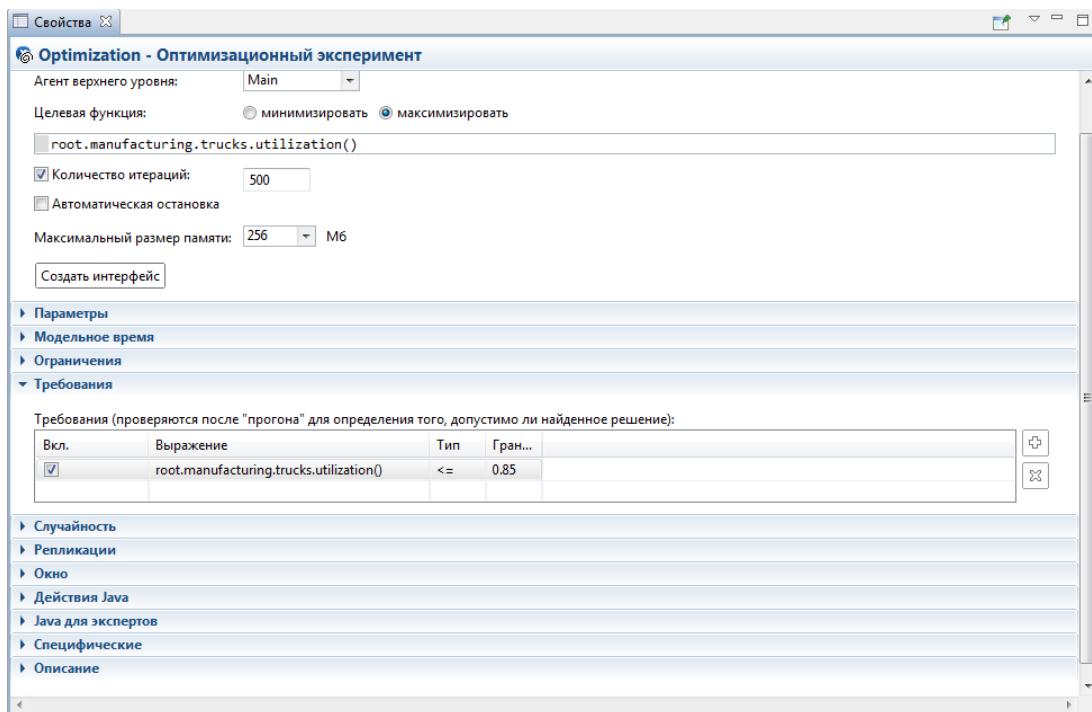
Есептің қоылымы бойынша транспорттық ресурстардың жүктемесі 85% дан аз болмауы керек, сондыктан ресурстардың бір бөлігі уақытында тасымалданбайды және кәсіпорынға шығындар әкеледі. Аталған шаманы тиімділеу қажет. Ол үшін бағдарламаның Жаңа тәжірибе блогы қолданылады. Компоненттің қажетті қасиеттері және параметрлері орнатылған соң тауарларды тасымалдау үрдісінің тиімді параметрлері анықталады (10,11-суреттер).



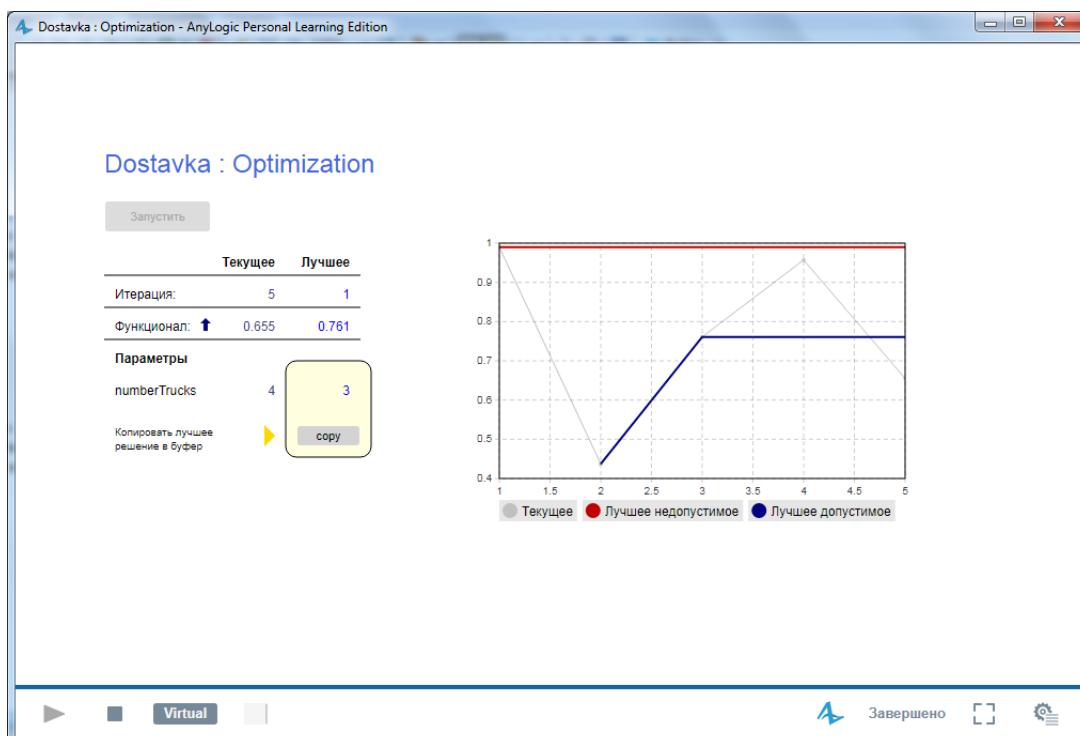
8-сурет. Тауарларды тұтынушыларға жеткізу моделінің іске косылуы



9-сурет. Тапсырыстарды орындауда транспорттық ресурстардың жұмсалуы



10-сурет. Тиімділеу тәжірибесінің қасиеттері



11-сурет. Тауарларды тасымалдау үрдісін тиімділеу

11-суреттен кәсіпорынның 3 жүк көлігін қолдану арқылы ең тиімді, яғни 77% ға тең транспорттық жүктемеге қол жеткізуін көруге болады. Сол себебті, `numberTrucks` параметрінің қасиетін 3 санына ауыстыру қажет.

Күрылған модель нақты тұтынушыларды ГИС-картаға орналастырып, тауар жеткізу логистикасын визуальды түрде бағалауға мүмкіндік береді. Жұмыстың нәтижелері басқа да

кәсіпорындарда транспорттық логистикасын визуальды түрде басқару, шешім қабылдауда кеңінен колданылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Стаханов В. Н., Украинцев В. Б. Теоретические основы логистики. - Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 313 б.
- [2] Канке А.А., Кошевая И.П. Основы логистики. Учебное пособие. - М.: Business & Economics, 2013. – 212 б.
- [3] Аникин Б.А. Логистика. - М.: Проспект, 2013. - 406 б.
- [4] Вордлоу Д.Л., Буд Д.Ф., Джонсон Дж., Мерфи П.Р. Современная логистика. - М.: Инфра-М., 2002. – 303 б.
- [5] Kolomytseva A., Iskra H., Medvedeva M., Glumova J. Imitation modeling of commodity flows in a logistic distribution system // International Conference on Numerical Analysis and Applied Mathematics. – Greece, 2019, Vol.2116. Cod: 149843.
- [6] Grida M., Zeid M. A system dynamics-based model to implement the Theory of Constraints in a healthcare system // Simulation. – 2019. – Vol. 95. – P. 593-605.
- [7] Karakikes I., Hofmann W., Mitropoulos L., Savrasovs M. Integrating logistics and transportation simulation tools for long-term planning // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019, Vol. 879. – P. 807-814.
- [8] Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов. – М.: центр ЕАОИ, 2008. – 228 б.
- [9] Куприяшкин А.Г. Основы моделирования систем. – Норильск: НИИ, - 2015. – 135 б.
- [10] Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Имитационное моделирование сложных динамических систем. – М.: Высшая школа, 2000. – 326 б.
- [11] Макаров В.М., Лукина С.В., Лебедь П.А. Имитационное моделирование в задачах технологического инжиниринга // Ритм, 2012. – 58-63 б.
- [12] Исмаилов Х.Б. Ақпараттық жүйелердегі деректер коры. – Шымкент: ОҚМУ, 2018. – 148 б.
- [13] Исмаилов Б.Р., Сарибаев А.С., Тоймет М.Б. Медициналық қызметтерді ұсыну және жабдықтарды сату кәсіпорынының деректер корының концептуальдық моделін күру // Вестник науки Южного Казахстана, 2018, №2 (2). - 63-66 б.
- [14] Исмаилов Б.Р., Исмаилов Х.Б., Сарибаев А.С. Сулеев А.Қ. Ақпараттық логистикалық жүйелерде имитациялық модельдеу негіздерін қолдану ерекшеліктері // «Өуезов оқулары-16: Төртінші өнеркәсіптік революция: Қазақстанның ғылым, білім және мәдениет саласындағы жаңғырудың жаңа мүмкіндіктері» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы енбектерінің жинақтары, Шымкент, 2018. – 141-144 б.
- [15] Ismailov B.R., Tyutyunnik V.M., Ismailov Kh.B., Murat T.B. Suleev A.K. Conceptual model of information security of medical equipment manufacturing enterprises // Proceeding V International Scientific Practical Conference ICITE-2018, Shymkent, 2018. - P. 17-21.

Исмаилов Б.Р., Бесбаев Г.А., Исмаилов Х.Б., Изтаев Ж.Д.

**Разработка имитационной модели перевозок для организации и оптимизации транспортной логистики предприятия.**

**Резюме** В данной работе приведены результаты создания имитационной модели перевозок для организации и оптимизации транспортной логистики предприятия. Имитационная модель создана с использованием возможностей программного обеспечения AnyLogic. Модель позволяет принимать управленические решения в деятельности медицинской компании, работающей в сфере реализации медицинских оборудований и услуг.

**Ключевые слова** Имитационная модель, оптимизация, транспортная логистика, AnyLogic, ГИС карта, компания.

УДК 625.141.1, 144.6

**<sup>1</sup>A.K. URAZBEKOV, <sup>2</sup>K.Zh. DOSHTAEV, <sup>2</sup>A.A. TAURBEKOVA**

(<sup>1</sup> LLP "Research Institute for the Development of Railways", Almaty, Kazakhstan.

<sup>2</sup> Kazakh Academy of Transport and Communicathions, Almaty, Kazakhstan

E-mail: altai\_urazbekov@mail.ru, kuntu@inbox.ru, ainura\_071@mail.ru)

**TOWELESS WAY: THE PROBLEM OF THE NEAREST PROSPECTS**

**ABSTRACT.** The article provides up-to-date information on the basics of the device, contents and repair of the joistless path. Maintenance and repair of the jointless track are planned using new high-performance track machines and mechanisms, as well as using modern synthetic road materials.

**Keywords:** repair, jointless path, laying range, increasing work efficiency, introducing new track machines

<sup>1</sup>А.К. Уразбеков, <sup>2</sup>К.Ж. Доштаев, <sup>2</sup>А.А. Таурбекова

(<sup>1</sup>ТОО «Научно-исследовательский институт развития путей сообщения», г. Алматы, Казахстан.

<sup>2</sup> Казахская академия транспорта и коммуникаций, г. Алматы, Казахстан.

E-mail: altai\_urazbekov@mail.ru, kuntu@inbox.ru, ainura\_071@mail.ru)

## БЕССТЫКОВОЙ ПУТЬ: ЗАДАЧА БЛИЖАЙШЕЙ ПЕРСПЕКТИВЫ

**Аннотация.** В статье приведены современные сведения по основам устройства, содержания и ремонта бесстыковочного пути. Содержание и ремонт бесстыковочного пути планируются с использованием новых высокопроизводительных путевых машин и механизмов, а также с использованием современных синтетических дорожных материалов.

**Ключевые слова:** ремонт, бесстыковой путь, полигон укладки, повышение эффективности работы, внедрение новых путевых машин

Среди мероприятий, направленных на усиление железнодорожного пути, дающих большой экономический эффект, на одном из первых мест стоит совершенствование конструкции и расширение полигона бесстыкового пути. В перспективе бесстыковой путь должен стать доминирующей конструкцией верхнего строения главных и станционных путей.

Бесстыковой путь - наиболее прогрессивная и совершенная конструкция. По способу эксплуатации он может быть температурно-напряженным без периодической (сезонной) разрядки температурных напряжений и температурно-напряженным с периодической разрядкой температурных напряжений. Принципиальной разницы в работе пути этих двух видов нет. Отличие лишь в том, что путь первой разновидности работает при фактической годовой температурной амплитуде данной местности, поэтому ему отдается предпочтение.

Бесстыковой путь, требующий сезонных (весной и осенью) разрядок напряжений, используют в тех случаях, когда по местным условиям (большая амплитуда колебаний температуры, тяжелый обращающийся подвижной состав, недостаточная мощность конструкции пути и т.п.) напряжения в рельсовых пластинах могут превышать допускаемые или когда не обеспечивается устойчивость пути.

Основные особенности температурно-напряженного бесстыкового пути - значительные температурные напряжения в рельсах и перемещения концевых участков от изменения температуры. Это обуславливает специальные требования к конструкции верхнего строения и к технологии укладки, содержания и ремонта пути.

В Казахстане первый участок бесстыкового пути был уложен в 1961 году на станции Тимур под руководством М.С. Боченкова [1].

Одним из основных резервов бесстыкового пути на дорогах республики следует считать возможность укладки рельсовых пластин, равных длине блок-участков. Это позволит увеличить среднюю длину рельсовой пластины с 585 м [2] до 1500-1700 м и одновременно сократить количество уравнительных пролетов и концевых участков рельсовой пластины, как наиболее уязвимых мест. Многолетний опыт эксплуатации бесстыкового пути показал, что наиболее «слабым местом» является уравнительный пролет. На уравнительных пролетах интенсивно происходит износ и выход элементов верхнего строения пути.

Основными на бесстыковом пути до последнего времени являлись раздельные скрепления типа КБ-65. Эти скрепления достаточно надежны, но металлоемки, многодетальны, требуют частого (как правило, после пропуска 20- 25 млн. т поездной нагрузки) подтягивания клеммных и закладных болтов. Решение этой проблемы видится в создании и внедрении пружинных скреплений. В настоящее время на железных дорогах Казахстана эксплуатируется бесподкладочные пружинные скрепления «Фосслю», ЖБР-65, КПП-5.

В качестве подрельсового основания на железных дорогах Казахстана применяются железобетонные шпалы. В связи с резким увеличением полигона бесстыкового пути планируется в ближайшие годы довести ежегодный выпуск железобетонных шпал не менее чем до 2 млн.- 2,5 млн. шт.

Основным видом балластного материала на бесстыковом пути является щебень твердых пород с фракциями размером 25- 60 мм. Ведется целенаправленная работа по замене на линиях первого, второго и третьего класса щебеночного балласта из камня мягких пород и асBESTового на щебень твердых пород «кубовидной» формы. В ближайшей перспективе должна быть решена одна из важнейших задач - организован выпуск щебня с минимальной засоренностью при изготовлении и с фракциями кубовидной формы.

Расширению полигона укладки, повышению эффективности работы бесстыкового пути способствует внедрение новых машин, механизмов для его содержания и ремонта.

В настоящее время на магистральных линиях работают практически полный набор путевой техники, необходимый для содержания и ремонта бесстыкового пути. Используемые путевые машины на наших дорогах изготовлены передовыми зарубежными фирмами.

Бесстыковой путь - прогрессивная конструкция, в технико-экономическом отношении весьма выгодная для железнодорожного транспорта. Однако он требует не только повышенной культуры содержания, непрерывного совершенствования, но и тщательного контроля. Поэтому контролю на участках бесстыкового пути уделяется особое внимание.

Активное внедрение бесстыкового пути отнюдь не свидетельствует, что решены все связанные с ним проблемы. И это естественно. Звеньевой путь эксплуатируется в Казахстане более 100 лет, однако до сих пор железные дороги многих стран мира продолжают его совершенствовать. Дальнейшего совершенствования конструкций, норм укладки, технических средств для обслуживания и ремонта требует и бесстыковой путь. При этом следует учитывать, что почти 40 % протяженности главных путей имеет грузонапряженность 10 млн. ткм брутто/км в год и менее, около 15 % приходится на кривые радиусом 650 м и менее. Имеются участки с годовыми перепадами температуры рельсов 110-120 °С и суточными до 50 - 55 °С, перевальные участки со сложным профилем, кривыми особо малого радиуса.

В указанных обстоятельствах требуется не только новые варианты конструкции бесстыкового пути, адаптированные к сложным климатическим и эксплуатационным условиям, но и соответствующая нормативная и технологическая база.

Варианты конструкции бесстыкового пути должны в наилучшей степени, с учетом минимизации совокупных затрат на обустройство и содержание соответствовать разным условиям эксплуатации. Ключевая роль здесь принадлежит скреплениям.

На участках с малой грузонапряженностью должны применяться старогодные, но обязательно отремонтированные рельсы, старогодные железобетонные шпалы и отдельные металлические элементы скреплений. Упругие элементы скреплений должны заменяться новыми. При этом эластичные прокладки следует изготавливать из стойких к старению резиновых смесей, чтобы обеспечивать сохранение нормативных упругих свойств в течение 25- 30 лет.

Основными требованиями для участков с кривыми малого радиуса являются повышенные параметры поперечной устойчивости бесстыкового пути, снижение интенсивности бокового износа рельсов и уширения колеи.

Основным направлением в решении этих проблем являются разработка и внедрение:

- шпал улучшенной конструкции с повышенным сопротивлением перемещению поперек пути;
- скреплений, обеспечивающих, с одной стороны, жесткий упор подошвы рельса в поперечном направлении и, с другой стороны, дающих возможность головке рельсов упруго отклоняться для распределения давления на большее число шпал, а также снижающих уровень контактного давления гребня колеса на головку рельса (рисунок 1);



Рис. 1. Участок железнодорожного пути с композитными шпалами со скреплениями «ТРАП»

- рельсов с высокой твердостью металла головки, а также, возможно, со специальной ее конфигурацией в зоне контакта с колесом, периодически восстанавливаемой профильным шлифованием.

На участках с экстремальными амплитудами перепада температур должна обеспечиваться повышенная устойчивость рельсо-шпальной решетки в поперечном направлении за счет конструкции шпалы и, по всей видимости, увеличения числа шпал.

Скрепления должны обеспечивать повышенное сопротивление смещению рельса относительно шпал. При этом особые требования предъявляются к прокладкам, которые в условиях продолжительного нахождения балластной призмы и земляного полотна в смерзшемся и практически несжимаемом состоянии должны обеспечивать требуемый уровень упругости пути и снижение контактных напряжений при взаимодействии пути и подвижного состава.

Рельсы для этих условий должны обладать высокой надежностью при низких температурах. Требования к прямолинейности сварных стыков, а также величинам неровностей на поверхности катания головки рельсов и, соответственно, к периодичности шлифования должны быть повышенными.

Требуют дальнейшего совершенствования технология укладки плетей бесстыкового пути, система его диагностики и т. д. Многие из поставленных задач находятся в различной стадии проработки и внедрения. Задача ближайшей перспективы - их комплексная реализация.

Образование в процессе изготовления или сварки рельсов волнообразных неровностей на поверхности катания головки и их развитие при эксплуатации повышает динамическое силовое воздействие на путь и подвижной состав, резко увеличивает вибрационные явления при их взаимодействии.

Народнохозяйственные потери, складывающиеся из-за задержек поездов по состоянию пути, повышенного расхода топливно-энергетических ресурсов, пониженных скоростей движения поездов, составляют многие миллионы тенге ежегодно, значительная доля которых связана с вредным воздействием волнообразного износа головки рельсов. В этих условиях важное значение приобрели вопросы обеспечения высококачественной прямолинейности поверхности катания головки рельсов на всех этапах:

- при изготовлении новых рельсов на металлургических комбинатах;
- при сварке новых и старогодных рельсов в стационарных условиях;
- непосредственно в пути при эксплуатации рельсов.

К наиболее распространенным повреждениям головки рельсов относятся: волнообразный износ и изолированные неровности (дефекты 40 и 49), седловины в сварных стыках (дефект 46.3), пробоксовки (дефекты 14), длина которых в средней части рельсов в подавляющем большинстве случаев не превышает 0,8- 1,0 м и поэтому их принято называть короткими неровностями. Для снижения ущерба транспорту от вредного воздействия коротких неровностей на головке рельсов нормативами [1] предусмотрено ограничивать скорость движения поездов дифференцированно в зависимости от глубины неровностей (таблица 1).

Основными факторами, влияющими на прирост глубины коротких неровностей на рельсах, являются пропущенный тоннаж ( $T$ , млн.т брутто), скорость движения ( $V$ , км/ч) и грузонапряженность участка пути ( $Q$ , млн.т км/км пути в год). Прирост глубины неровностей (мм) от  $H_1$  до  $H_2$  определяется по эмпирическим зависимостям, полученными В.Л. Порошиным [2]:

**Таблица 1. Скорости движения поездов в зависимости от глубины коротких неровностей на головке рельсов**

Глубина коротких неровностей (градации измерений), $H$ (мм)	Допустимая скорость движения поездов, км/ч
$0,5 < H < 1,0$	140
$1,0 < H < 2,0$	120
$2,0 < H < 4,0$	80
$4,0 < H < 8,0$	60
$H > 8,0$	40

незакаленные рельсы:

$$H_2 = H_1 + [(0,049 \cdot V - 1) + 0,0096(Q - 16)] \cdot 10^{-3} T, \text{ (мм)} \quad (1)$$

объемнозакаленные рельсы:

$$H_2 = H_1 + [(0,087 \cdot V - 1) + 0,0054(Q - 46)] \cdot 10^{-4} T, \text{ (мм)} \quad (2)$$

На основе вышеизложенного и обширных экспериментов ВНИИЖТа [3] введены новые нормативы для устранения волнообразных неровностей на рельсах отечественными рельсошлифовальными поездами [2].

В местах повреждений рельсов седловинами в сварных стыках (дефекты 46.3), например, глубиной 2 - 4 мм, наблюдаются просадки балласта под шпалами глубиной 20 - 40 мм (их соотношение, как это экспериментально доказано ВНИИЖТом [1], составляет 1:10). Особенно эффективно устранять волнообразный износ головки рельсов рельсошлифовальными поездами при машинизированном способе текущего содержания и ремонта пути, впервые нашедшего широкое распространение на железных дорогах Урала.

Для шлифовки рельсов в пути на дорогах Казахстана используются рельсошлифовальный поезд (РШП) фирмы «Спено». Не большой опыт эксплуатации РШП на магистральной сети позволил разработать некоторые рекомендации:

- необходима предварительная диагностика повреждений рельсов волнообразными неровностями - и только на основе результатов ее анализа выбирать участки пути для назначения эффективных способов и очередности шлифовки рельсов. Для диагностики повреждения головки рельсов волнообразными неровностями необходимо использовать измерительную тележку. Измерительная тележка записывает волнообразные неровности на головке рельсов и назначать первоочередность работы РШП, контролировать качество шлифовки и т.д.;

- организовывать на магистральной сети работу РШП «челноком» в «окно» или под прикрытием «окна» на соседнем участке, что позволит увеличивать съем металла в 2 - 4 раза по отношению со шлифовкой рельсов на длинном плече.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Нормы установленных скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм железнодорожного транспорта Республики Казахстан. ЦП-41/4-02. Утвержден ЦЗ. 06.12. 2012 г.

[2] Порошин В.Л., Уразбеков А.К. Управление надежностью рельсов. Алматы. Бастау. 2019. 128 с.

**Уразбеков А.К., Доштаев К.Ж., Таурбекова А.А.**

**Түйіспесіз жол: келешектегі мәселелік тапсырмалар**

**Түйіндеме.** Макалада түйіспесіз жолдың құрамдарының және олардың жөндеу негіздерінің жана ақпараттары қарастырылған. Бірлескен жолдың мазмұны және жөнделуі туралы қазіргі заманғы ақпарат берілген. Түйіспесіз жолдарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын атқаратын тиімділігі жоғары машиналар мен механизмдер, сондай-ақ заманауи синтетикалық жол материалдарын қолдану жоспарланған.

**Түйін сөздер:** жол жөндеу, түйіспесіз жол, төсем төсеу, жұмыс тиімділігін арттыру, жаңа жол машиналарын енгізу

УДК 004.05

**R.G. Biyashev, S.A. Serikov**

#### **DEVELOPMENT OF ACCESS CONTROL INFORMATION SYSTEM TO DATABASES OF MULTI-LEVEL PROTECTION**

**Abstract.** The article considers the issue of developing an information system with an authoritative information security policy for formalizing and updating access rights, which allows you to create many access rights in terms of their necessity and sufficiency for the user to perform his functions based on the needs of the business process.

**Keywords:** politics of information security, database of multi-level protection, unauthorized access.

Р.Г. Бияшев, С.А. Сериков

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан  
brg@ipic.kz, sungat.serikov@gmail.com)

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К БАЗАМ ДАННЫХ МНОГОУРОВНЕВОЙ ЗАЩИТЫ

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос о разработке информационной системы с полномочной политикой информационной безопасности для формализации и актуализации прав доступа, которая позволяет формировать множество прав доступа с точки зрения их необходимости и достаточности для выполнения пользователем его функций исходя из потребностей бизнес-процесса.

**Ключевые слова:** политика информационной безопасности, база данных многоуровневой защиты, несанкционированный доступ.

### Введение

Функционирования современных автоматизированных информационных систем предприятия напрямую зависит от того, насколько соответствуют должностные функции к полномочиям пользователя в информационной системе. Признанным фактом является то, что расширение полномочий сверх необходимых приводит к увеличению росту рисков, связанных с несанкционированным доступом к данным.

Полномочная политика информационной безопасности, базирующаяся на многоуровневой мандатной и избирательной модели разграничения доступа, заключается в регулировании доступа субъектов к объектам с различным уровнем критичности и предотвращении утечки информации с верхних уровней должностной иерархии на нижние, а также блокировании возможного проникновения с нижних уровней на верхние. Информационная система разграничения доступа предназначена для защиты конфиденциальных информационных ресурсов от несанкционированного доступа путем создания системы разграничения доступа с использованием полномочной политики контроля доступа к информации в виде обработки сетевых запросов.

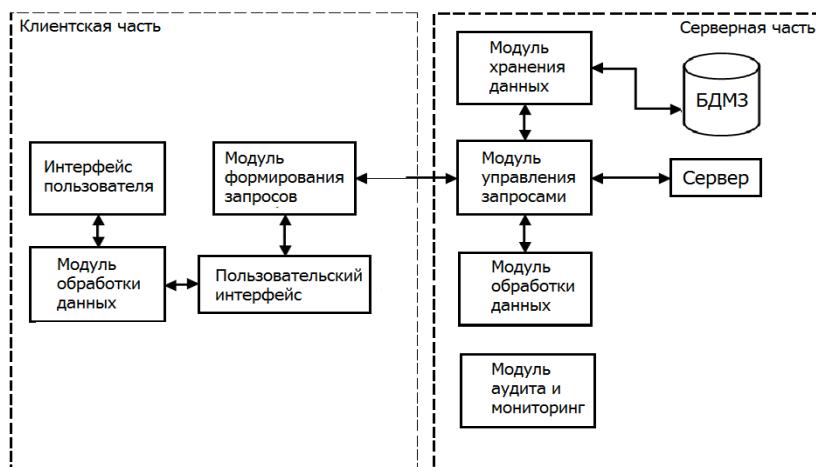
### Основания для разработки

Централизованная информационная система разграничения доступа предназначена для защиты конфиденциальной информации от несанкционированного доступа путем создания системы разграничения доступа с использованием полномочной политики контроля доступа к информации. Информационная система включает 2 части: клиентской и серверной части. К клиентской части относится пользовательский интерфейс, вспомогательная программа, выполняющая задачи шифрования/дешифрования, включения/выключения ограничительных политик. К серверной части относится модуль обработки сетевых запросов и модуль администрирования разграничения доступа пользователей к защищаемой информации. На основании алгоритма полномочной политики контроля доступа информационная система обеспечивает санкционированный доступ различных групп пользователей к конфиденциальной информации с дополнительной криптографической защитой от несанкционированного доступа во время ее передачи по локальной сети.

Клиент-серверная архитектура позволяет отделить работу с внешними устройствами, чей интерфейс зачастую не стандартизирован, от основного вычислительного узла, который, в свою очередь, должен быть реализован с учетом требований международных стандартов. На рисунке 1 изображена схема клиент-серверной архитектуры централизованной системы разграничения прав доступа.

**Клиентская часть** информационной системы обработки сетевых запросов включает в себя:

- процедура аутентификации локальных и удаленных пользователей;
- процедура задания параметров запроса к информационным ресурсам согласно категории допуска аутентифицированного пользователя;
- процедура шифрования сообщения при информационном обмене внутри локальной сети или для удаленной пересылки из локальной сети.



**Рис. 1.** Клиент-серверная архитектура информационной системы разграничения доступа

**Серверная часть** обработки сетевых запросов включает в себя:

- процедура организации интерфейсов и аутентификации доверенных пользователей;
- подключение к сети локальных и удаленных пользователей;
- процедуры формирования и заполнения базы данных многоуровневой защиты объектов и субъектов защиты и наделения их соответствующими уровнями секретности и степенями доверия;
- процедуры формирования правил разграничения доступа в соответствии с принятыми в нашей стране процедурами работы с информацией ограниченного пользования;
- подсистема формирования матрицы доступа с реализацией функций - добавить/удалить объект (субъект) защиты и корректировки разрешенных видов доступа пары «субъект-объект»;
- подсистема ведения классификаторов типов пользователей, уровней и категорий секретности, категорией допуска, тип представления информации и т.д.;
- просмотр и анализ журналов контроля доступа;
- формирование отчетов, регистрирующих выполненные запросы или попытки несанкционированного обращения к информационным ресурсам;

На основе анализа модели существующих атак и защиты можно сделать вывод, что многие проблемы и атаки предотвращаются с помощью цифрового кодирования, временных меток и шифрования открытого канала передачи данных [1, 2]. В связи с этим система разграничения прав доступа должна быть реализована с клиент-серверной архитектурой, что дает следующие преимущества:

- повышается общая безопасность системы;
- один мощный сервер сможет одновременно обслуживать множество клиентов;
- обеспечивается минимальная нагрузка на компьютер клиента;
- сводится к минимуму количество клиентских настроек;
- сервер можно переносить под любую операционную систему, а клиентские части останутся неизменными;
- клиентскую часть также можно написать под другую операционную систему, а сервер останется неизменным.

Современные разработки [3] изначально учитывают масштабируемость и распределенность, в рамках которой используют концепцию сервисо-ориентированной архитектуры. Учитывая функциональное назначение компонентов, в работе [3] предлагается следующее базовое распределение сервисов и вычислительной нагрузки между клиентским и серверным компонентами системы. На рисунке 3 изображена схема программной архитектуры централизованной системы разграничения прав доступа. Для такой архитектуры принято разделять внутреннюю логику приложений на элементарные сервисы [4]:

- сервисы бизнес-логики приложения; сервисы хранилища;
- клиентские приложения, «тонкий» клиент терминалных станций;
- вспомогательные сервисы управления, мониторинга, диагностики;

- сервисы сообщений/предоставления интерфейса, отвечающие за обмен информацией между узлами системы;

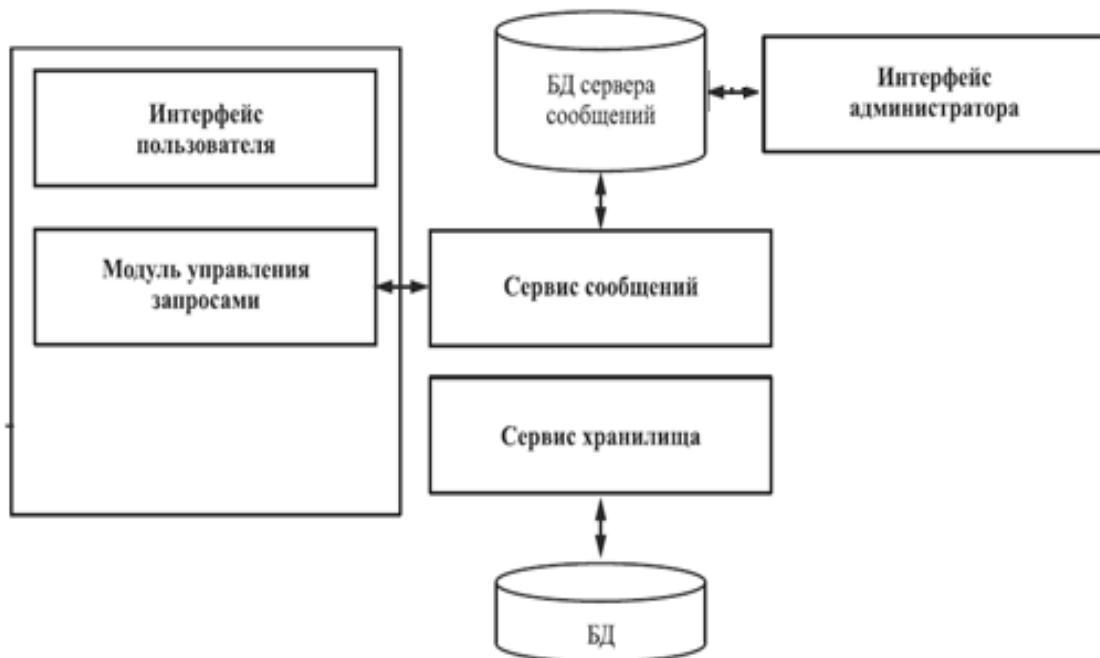


Рис. 2. Программная архитектура

Информационная система разграничения доступа к данным и обработки запросов, организован таким образом, чтобы в течение всего времени функционирования информационной системы ни один пользователь не получит возможность читать информацию, первоначально принадлежавшую владельцу с более высокой категорией допуска и имеющей несравнимый уровень секретности по отношению к уровню допуска пользователя. Виды действий, обрабатываемых в информационной системе, делятся на виды доступа субъектов защиты к объектам защиты и на виды управления правами доступа.

1. В систему заложен принцип: что не определено, то запрещено.
2. Организация разграниченного интерфейса направлена, с одной стороны, на выполнение запросов пользователей к информационным ресурсам, а с другой, - на поддержку работы администратора без нарушения правил доступа по разрешению запросов к информации различного уровня секретности.
3. Интерфейс организован таким образом, что администратор имеет возможность работать только с базой данных многоуровневой защиты и не имеет непосредственного доступа к информационным ресурсам.
4. Интерфейс пользователя включает в себя: формирование текущего запроса к информационным ресурсам, работу в диалоговом окне с выбранной информацией в соответствии с разрешенным видом доступа.
5. Аутентификации локальных, удаленных пользователей осуществляется через функцию подтверждения подлинности на основе пароля, который хранится в базе данных многоуровневой защиты в зашифрованном виде.

### Результаты исследования

В результате разработана программное обеспечение разграничения доступа. Программное обеспечение (ПО) для обработки запросов с удаленных компьютеров в информационных системах с мандатным управлением доступом реализован на языке C# (Си шарп) с интеграцией с системой управления базами данных (СУБД) Microsoft SQL Server 2018 Express Edition. Работа ПО обеспечивается загрузкой двух основных модулей – на сервере Server.exe (рис. 3) и на клиентском компьютере Client.exe (рис. 9) для работы пользователя.

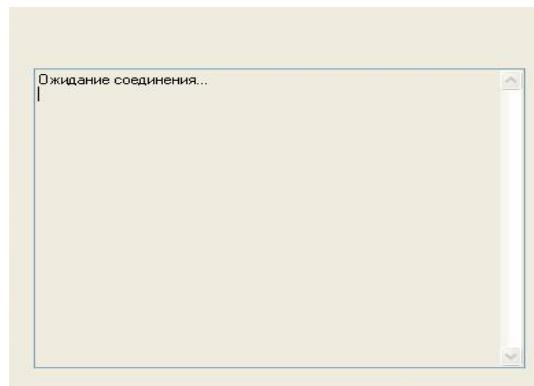


Рис. 3. Окно серверной части программного обеспечения

При работе с интерфейсом администратора на экране выводится оперативная информация о текущей работе пользователей, через пункты главного меню администратор может просмотреть 2 типа журналов контроля работы комплекса; заполнять и модифицировать содержимое базы многоуровневой защиты, в том числе и матрицу доступа; формировать отчеты по выполнению запросов пользователей (рисунок 4).

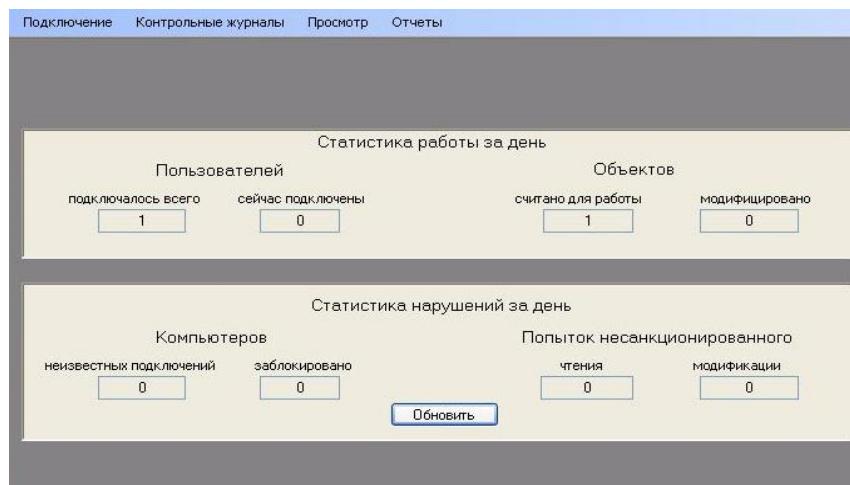


Рис. 4. Интерфейс администратора серверной части

**Функция «Просмотр»** позволяет администратору работать с базами данных по заполнению классификаторов и справочников объектов защиты и субъектов защиты, учетных записей компьютеров и заданию настроек аутентификации субъектов (рисунок 5).

Через меню «Просмотр» выполняется не только поиск и вывод на экран учетных записей пользователей и компьютеров, данных об объектах, но и создание новых субъектов, объектов и компьютерах.

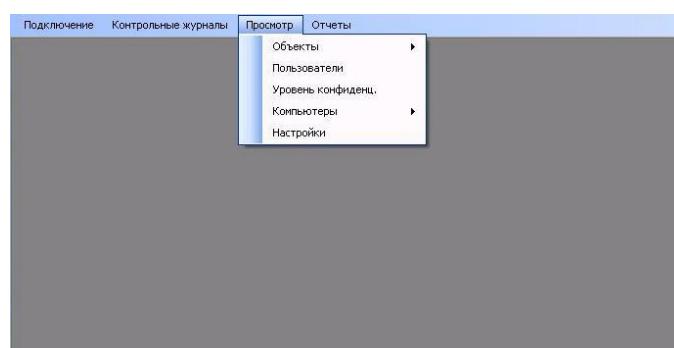


Рис. 5. Основное меню по работе с базами данных

Наиболее частой задачей администратора является решение проблем, связанных с работой пользователей, поэтому структура меню «Просмотр» → «Пользователи» отличается от меню для объектов и компьютеров. Для удобства работы с субъектами используется единое окно, представленное на рис. 6, с помощью которого проводится как поиск нужной учетной записи, так и создание новой.

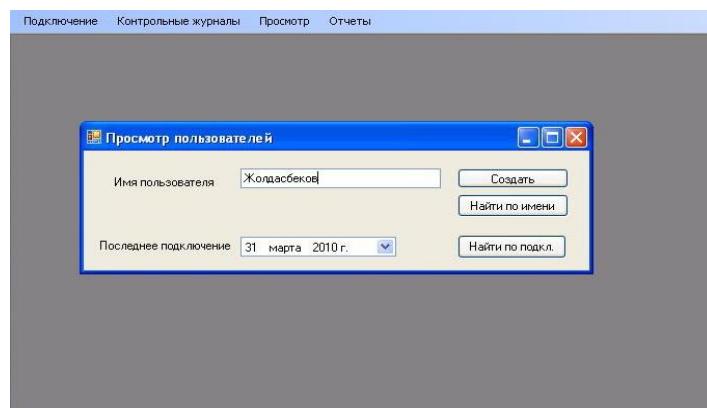


Рис. 6. Единое окно для работы с субъектами

После запуска клиентской части начинается конфигурирование для работы в информационной системе которой осуществляется автоматически с помощью установщика, затем входит начальное окно клиентской части (рис.7).

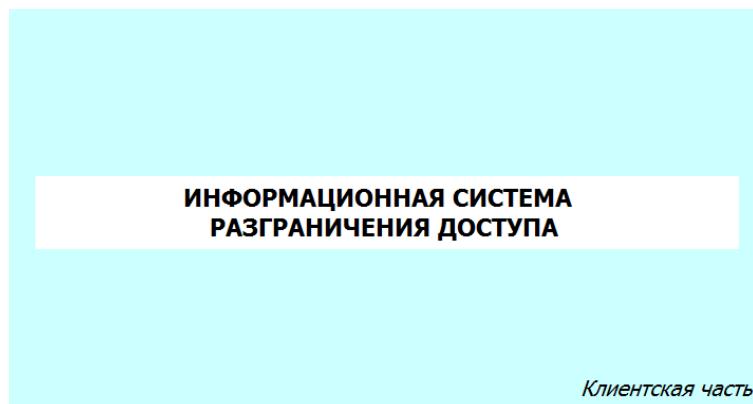


Рис. 7. Начальное окно клиентской части

После выполнения данных условий, пользователю будет предложено ввести аутентификационные данные, рис 8.

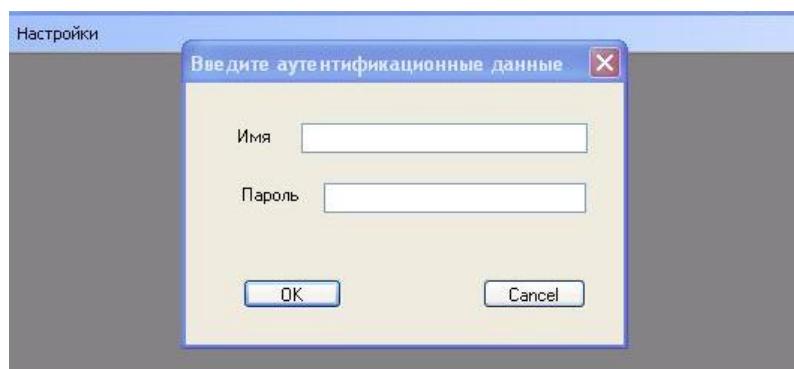


Рис. 8. Процедура аутентификации пользователя

При вводе неверных аутентификационных данных выдается предупреждающее сообщение, если число попыток пройти аутентификацию с неверными данными превысит установленный порог, то происходит «блокировка» компьютера – в течение установленного времени ни один пользователь не сможет произвести вход в систему. Данный период времени дается для выяснения администратором причин ввода неверных аутентификационных данных. В «Журнал безопасности» вносятся соответствующие записи о всех попытках пройти аутентификацию с неверными данными. Процесс передачи аутентификационных данных на сервер осуществляется по безопасному протоколу с применением шифрования, чтобы у перехватившего сетевые пакеты злоумышленника не было возможности получить пароль без выполнения ресурсоемких вычислений.

После проверки правильности пароля для данного пользователя выводится экранная форма с закладками, в которых разрешенные матрицей доступа файлы объектов защиты распределены в списки по видам доступа.

### Заключение

Результатом реализации системы многоуровневой защиты является мониторинг обработки запросов, который проверяет каждое обращения пользователя к программам или данным на предмет согласованности со списком действий допустимых для пользователя, которые хранятся в базах данных.

Разработка программных средств, реализующих полномочную политику информационной безопасности, позволит сформировать надежную многоуровневую защиту, которая может быть применена для систем управления с древовидной структурой субъектов и объектов защиты информации, в которых функционирует информация различной степени критичности.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ручай А.Н. Модель атак и защиты на биометрическую систему распознавания диктора // Доклады ТУСУРа. №1 (23). 2011. С. 96-100.
- [2] Dunstone T. Biometric system and data analysis: design, evaluation, and data mining / T.Dunstone, N. Yager. Boston, Ma: Springer, 2009. 268 p.
- [3] Ушмаев О.С. Сервисно-ориентированный подход к разработке мультибиометрических технологий // Информатика и ее применения. Т. 2. Вып. 3. 2008. С. 41-53.
- [4] Ушмаев О.С. Проблемы распараллеливания биометрических вычислителей в крупномасштабных идентификационных системах // Информатика и ее применения. Т. 3. Вып. 1. 2009. С. 8-18.
- [5] Бияшев Р.Г., Калимолов М.Н., Рог О.А. Представление ограничений моделей атрибутного разграничения доступа // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2016. – № 1. – С. 58-65.
- [6] Демидова А. А.. Компьютерная безопасность - Саратов, 2010.
- [7] Александров А. Криптография и другие методы защиты информации - Пенза, 2008.
- [8] Р. А. Рахманинов Конфиденциальность данных - М.: Петросан, 2007.
- [9] [\[9\] http://citforum.ru/security/articles/safe\\_db/#04](http://citforum.ru/security/articles/safe_db/#04).
- [10] Николаенко Р.Я. Основы защиты информации - М.: Просвещение, 2000.

Бияшев Р.Ф., Сериков С.А.

### Көпденгейлік қорғанысты мәліметтер қорына қолжетімділікті басқару ақпараттық жүйесін құру

**Түйіндеме.** Макалада қолжетімділік құқығын рәсімдеу және жаңарту үшін ақпараттық қауіпсіздік саясаты арқылы ақпараттық жүйе құру мәселесі қарастырылған, бизнес-процессің қажеттіліктеріне байланысты пайдаланушының функцияларын орындау үшін олардың қажеттіліктері мен жеткіліктілік тұрғысынан қөптеген қолжетімділік құқықтарын енгізуге және пайдалануға мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** ақпараттық қауіпсіздік саясаты, көпденгейлі мәліметтер қорының қәуіпсіздігі, рұқсатсыз кіру.

O. Kisseeleva<sup>1</sup>, K.Maratkzyz<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Turan University, Almaty, Kazakhstan.

<sup>2</sup> Satpayev University, Almaty, Kazakhstan.kundyz.maratkzyz@mail.ru)

## WIRELESS TRAFFIC MANAGEMENT MODEL

**Abstract.** The article discusses typical problems that occur during the transmission of information during periods of maximum network load. The expediency of using queue management algorithms and cluster reconfiguration methods for modeling control and traffic distribution in wireless computer networks has been proved. The queue management algorithm is used - parametric identification, which allows you to identify the parameters of the mathematical model of a wireless computer network using only the value of the data transmission window.

**Keywords.** Traffic, wireless networks, information transfer rates, cluster reconfiguration, queue management algorithm.

### **Wireless traffic management model**

**Abstract.** The article discusses typical problems that occur during the transmission of information during periods of maximum network load. The expediency of using queue management algorithms and cluster reconfiguration methods for modeling control and traffic distribution in wireless computer networks has been proved. The queue management algorithm is used - parametric identification, which allows you to identify the parameters of the mathematical model of a wireless computer network using only the value of the data transmission window.

**Keywords.** Traffic, wireless networks, information transfer rates, cluster reconfiguration, queue management algorithm.

At the stage of developing design solutions, customers primarily raise issues regarding the possible volumes and speed of information transfer. There is no doubt the high efficiency of mathematical modeling methods in solving such problems. Unfortunately, the existing tools for modeling wireless networks allow you to take into account only certain parameters of the traffic and are not able to answer questions related to its effective management and distribution. This leads to the need for new models of traffic management and distribution in wireless networks, which will be able to provide high quality services taking into account the various requirements of network applications, which determines the relevance and practical significance of this task.

Today, a large number of famous scientists, for example, Kleinrock, S. Blake, D. Grossman, Z. Wang, Steklov V.K., Berkman L.N., as well as research centers such as Mobile Ad-hoc Networks, Internet Engineering Task Force, Center for Embedded Networked Sensing focuses on traffic management and distribution. However, despite the large number of publications and the efforts of manufacturers, the task of constructing traffic models that best reflect its functioning in real conditions has not yet been solved.

The quality of traffic management and distribution in specialized and technical literature is characterized by such a concept as Quality of Service (QoS), which is the ability of a computer network to provide the necessary level of service to a given traffic within a certain technological framework.

The required service is characterized by many parameters, the main of which are considered to be the following:

- bandwidth;
- priority;
- Data Transfer Delay (delay);
- Delay variation - jitter;
- Packet loss during network data transfer (packet losses).

To determine which tools are most suitable for modeling the management and distribution of traffic in wireless computer networks, we consider the typical problems that arise when transmitting information during periods of maximum network load.

If the cause of the overload is the insufficient performance of the processor unit of the network device of the wireless network, then the unprocessed fragments are temporarily accumulated in the incoming queue of the corresponding input interface. Note that there may be several queues to the input interface if service

requests are differentiated into several classes. In the same case, when the cause of the overload is the limited output bandwidth interface, information is temporarily stored in the output queue (or queues) of this interface.

In addition, depending on the current network topology, the central nodes forming the clusters do not always carry the same load (the number of mobile nodes connected to the central node, average distance to cluster nodes, average cluster performance, etc.). This leads to the fact that the gateway nodes, which are the central nodes used for communication between clusters, having the same resources, are loaded unevenly, which entails a delay in the transmission of information. In the same way, if one of the gateway nodes is turned on as a transit node and is loaded more heavily than neighboring nodes, then with intensive traffic this leads to a decrease in the efficiency of intercluster exchange.

These problems and the reasons for their occurrence give reason to consider wireless data transmission as a process where there is a queue and a processing device. Accordingly, to model the management and distribution of traffic in wireless computer networks, it is advisable to use queue management algorithms and cluster reconfiguration methods.

So, we will start modeling traffic of wireless data transfer in computer networks using the queue management algorithm - parametric identification, which allows you to identify the parameters of the mathematical model of a wireless computer network using only the value of the data transfer window. This will help to avoid network buffer overloads, reduce the probability of packet loss, increase the efficiency of distribution of the communication channel, providing a guaranteed level of quality of service.

Here is an example of a non-linear first-order differential equation describing the data rate in a wireless computer network to control the length of the buffer queue:

$$\dot{y}(t) + \alpha p(t)y^2(t) = \beta R - 1(1 - p(t)) \quad (1)$$

where,  $y'(t)$  – data transfer rate (packets /c);

$p(t)$  – packet loss probability function;

$R$  – delay (c.);

$\alpha$  – parameter of a multiplicative reduction in the size of the data transmission window in case of packet loss;

$\beta$  – parameter of additive increase of window size in the absence of packet loss.

In the work from which this equation was borrowed, it is proposed to consider the packet loss function  $p(t)$  as periodic and changing according to a sinusoidal law.

Equation (1) is a typical representative of the family of Riccati equations, which, as a rule, cannot be found in quadrature's. For this reason, it is of interest to evaluate the type of solution and find out its properties.

It is known that the general Riccati equation is closely related to second-order linear differential equations. In particular, if the coefficient on the square term is a continuous differentiable function, then each solution  $y(t)$  of the Riccati equation is translated by the transformation

$$u = \exp(\alpha \int p(t) y dt) \quad (2)$$

to a non-zero solution to the linear differential equation

$$\infty p(t)u'' + \alpha p'(t)u' + \frac{\infty^2 \beta}{R} R^2(t)(1 - p(t))u' = 0 \quad (3)$$

According to the general theory of linear differential equations, the form of the solution of a second-order equation is determined by the type of roots of its characteristic polynomial. If these roots are complex conjugate numbers, then the general solution of the equation is obtained in the form of a family of harmonic functions

$$u = eat(c_1 \cos b t + c_1 \sin b t) \quad (4)$$

where  $a$  is the coefficient for the real part of the roots,  $b$  is the modulus of the coefficients for the imaginary part.

The condition for the existence of such a solution for equation (3) is the inequality

$$(p'(t))^2 - \frac{\infty \beta}{R} p^3(t)(1 - p(t))^2 < 0 \quad (5)$$

Since the coefficient of equation (3) are also harmonic functions, real prerequisites are created for the occurrence of parametric resonance, which can cause significant traffic fluctuations. This is fraught with serious violations of the normal mode of functioning of the wireless network and require emergency intervention by the administrator.

The study of the behavior of technical devices that allow the possibility of parametric resonance is very difficult and time-consuming, although it is of undoubted interest, but it goes far beyond the scope of this work. We only note that the solution of equation (3) is extremely sensitive to changes in the parameters  $\alpha$  and  $\beta$ . In other words, even extremely insignificant fluctuations of these parameters can put a stably working system into parametric resonance mode and completely destabilize her work. Therefore, to solve the issue of successful operation of such systems, it is necessary to precisely establish the boundaries of the regions of resonance regimes, which is achieved by constructing the so-called Ains-Strett diagrams (see, for example, [156]). This is done by processing the results of lengthy field experiments, or through specially created simulation models.

Equation (1) can hardly be considered a tool suitable for efficient traffic management in wireless networks, but it can be used to describe the behavior of the network under changing external conditions. Here, this equation is applied to assess the effect of changes in the frequency of the packet loss probability function on the traffic state.

To this end, for equation (1), the Cauchy problem was formulated under the natural initial conditions  $y(t_0) = 0$ ,  $t_0 = 0$ . To determine the values of the parameters  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $R$ , materials were used experimental studies published in [154]. A numerical solution to the problem was obtained using a specially written program that implements the Runge-Kutta method. The graphs of the corresponding integral curves are presented in Fig. 2.5 a, 2.5 b, 2.5 c, 2.5 d.

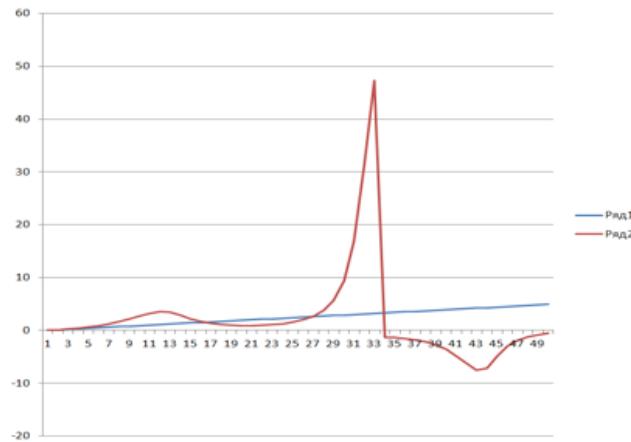


Fig. 2.5 a. Graph of the integral curve

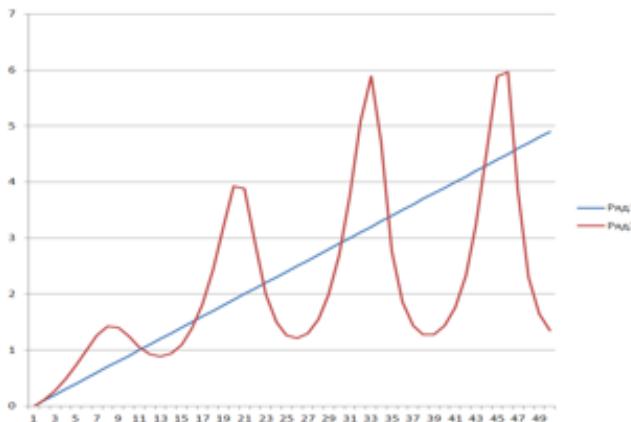
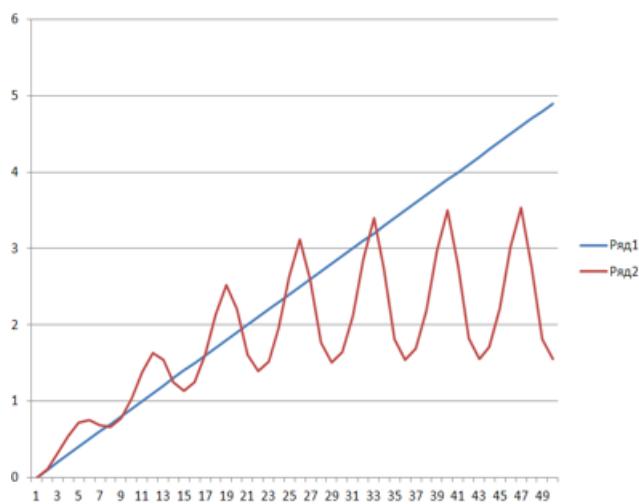
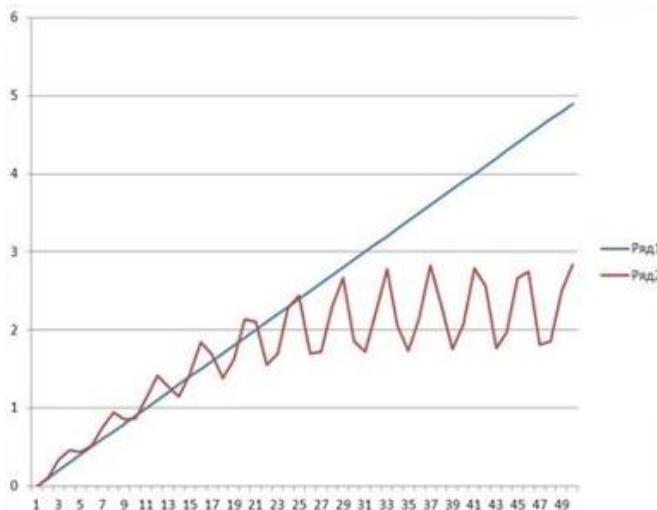


Fig. 2.5 b. Graph of the integral curve



**Fig. 2.5 c.** Graph of the integral curve



**Fig. 2.5 d.** graph of the integral curve

Their appearance well illustrates the nature of the changes that occur as the frequency increases. At a frequency of 2 Hz (see Fig. 2.5, a) there is a high peak, indicating the immediate proximity of the region of parametric resonance. As the frequency increases to 5 Hz (Fig. 2.5, b), the peak disappears, which can be explained by the distance from the resonance region, although the amplitude of regular oscillations continues to remain quite high. With a further increase in frequency (Fig. 2.5, c, d), the oscillation amplitude, without losing regularity, continues to decrease and already at a frequency of 9 Hz reaches values that do not significantly affect the state of traffic.

In the case of changes in the parameters of the “window”, or the delay time R, the form of the integral curves may turn out to be completely different.

When designing a wireless network, it may be possible to use several queue management algorithms, for example, the FIFO algorithm, priority service algorithms, and the weighted queue algorithm. The following steps are suggested here:

1. The calculation of the generation period

$$\tau = \frac{1}{f} \quad (6)$$

where,  $\tau$  - is the generation period;

$f$  – network frequency.

2. Determination of network speed.

$$b = \frac{1}{m} \quad (7)$$

where,  $b$  - is the average service time;  
 $m$  – data rate.

### 3. Bandwidth.

$$C = \sum_{k=1}^k \frac{1}{t} \quad (8)$$

where,  $C$  – bandwidth;

$t$  – delay time;

$k$  – number of channels.

A comparative analysis, in accordance with the proposed algorithm, will make it possible to make an informed choice of equipment necessary for building a wireless network, which will minimize the delay in transmitting information, as well as effectively manage and distribute traffic, and evaluate which of the queue management options is best suited the situation.

Let's move on to the features of traffic modeling using cluster reconfiguration.

In the process of modeling the traffic of a wireless network, in particular the computer network of a state enterprise, educational institution, hospital, etc., it is advisable to provide for the possibility of reconfiguring the clusters, which will reduce the time for transmitting information and optimize network traffic. Therefore, for the criterion for choosing the structure and size of clusters, you must specify an assessment of the efficiency of data transfer.

$$E = \frac{W_k}{W_k + W_s} \quad (9)$$

where,  $W_k$  – amount of useful data transferred;

$W_s$  – amount of overhead information.

It is obvious that with a fixed amount of useful information, the efficiency coefficient will monotonously decrease with the growth of service traffic. Thus, the key parameter to improve network efficiency is the amount of service traffic, which should be minimized. Define factors affecting the volume of service traffic in a wireless computer network.

The volume of service traffic is presented as a function  $V_S = f(F_r, V_0)$  from network reconfiguration frequency  $F_r$  and number of nodes  $nV_i$  in a cluster  $_0$ .

With an increase in the number of configurations in the network, the volume of service traffic increases according to a nonlinear law, which entails a significant decrease in the efficiency of data transmission. Under certain conditions, this can cause network instability.

Therefore, to reduce service traffic in the network, the frequency of reconfigurations for a given period of time  $\Delta T$  and the number of network clusters should be minimized.

$$F_r \rightarrow \min, V_0 \rightarrow \min$$

The optimal network size can be characterized by the coefficient  $k$

$$k = \frac{F_r \cdot V_0}{\Delta T}$$

$$k \rightarrow \min$$

At the same time, no matter what mathematical toolkit will be selected for traffic control and distribution in wireless computer networks, it is necessary to verify the resulting model. To do this, it is enough to compare the magnitude of the model traffic with the values selected as a reference. A suitable tool for solving such problems is the indicator concordance  $p(t_k)$  of model and reference traffic values at a given time interval

$$p(t_k) = \frac{2 \cdot m(t_k) \cdot M(t_k)}{m(t_k)^2 + (t_k)^2} \quad (10)$$

$t_k$  – the moment of time of traffic control;

$m(t_k)$  – mathematical expectation of reference traffic;

$M(t_k)$  – mathematical expectation of model traffic.

For the discrete case, we introduce the average value of the criterion for the concordance of model and reference traffic:

$$p_0(Z1, Zn) = \sum_{t_k=0}^1 \frac{2 \cdot m(t_k) \cdot M(t_k)}{m(t_k)^2 + M(t_k)^2} \quad (11)$$

where  $Z_1, Z_n$  - optimal quantized values of a traffic model of dimension n.

For the continuous case, we introduce the integral criterion for the concordance of the model of the model of non-stationary traffic:

$$p_0(Z1, Zn) = \int_0^1 \frac{2 \cdot m(t_k) \cdot M(t_k)}{m(t_k)^2 + M(t_k)^2} dt_k$$

The value of the coefficient of concordance varies from 0 to 1. Research and observation of the operation of computer networks by the author, that their condition can be considered satisfactory if the value of the coefficient of concordance is greater than or equal to 0.9.

In order to select the most optimal and efficient mathematical apparatus for modeling the distribution and traffic control in wireless computer networks, problems that cause a delay in the transmission of information are analyzed. Based on the results obtained, the necessity and expediency of using queue management algorithms and cluster reconfiguration methods are substantiated. The possibility of using a concordance coefficient to compare the magnitude of model traffic with a reference value is substantiated.

#### REFERENCES

- [1] Meraj Ahmed, Naseef Mansoor, Amlan Ganguly. A one-to-many traffic-oriented mm-wave wireless network-in-package interconnection architecture for multichip computing systems//Sustainable Computing: Informatics and Systems. – 2020. - Volume 26. - Article 100379
- [2] Khalid Hasan, Khandakar Ahmed, Kamanashis Biswas. Software-defined application-specific traffic management for wireless body area networks//Future Generation Computer Systems. - Volume 107. – 2020. - Pages 274-285
- [3] Tariq Benmansour, Toufik Ahmed, Samira Moussaoui, Zouina Doukh. Performance analyses of the IEEE 802.15.6 Wireless Body Area Network with heterogeneous traffic//Journal of Network and Computer Applications. - Volume 1631. – 2020. - Article 102651
- [4] Feng Lu, Jingru Hu, Laurence Tianruo Yang. Energy-efficient traffic offloading for mobile users in two-tier heterogeneous wireless networks//Future Generation Computer Systems. - Volume 105. – 2020. - Pages 855-863
- [5] Weiqiang Wang. Deployment and optimization of wireless network node deployment and optimization in smart cities//Computer Communications. - Volume 1551. – 2020, - Pages 117-124
- [6] Fadi Al-Turjman, Ayman Radwan, Shahid Mumtaz, Jonathan Rodriguez. Mobile traffic modelling for wireless multimedia sensor networks in IoT//Computer Communications. - Volume 1121. – 2017. - Pages 109-115
- [7] Melchizedek I. Alipio, Alex Gyran A. Co, Melinda Faye C. Hilario. Value-based utility implementation in software-defined testbed for sensor data traffic management//Future Generation Computer Systems. - Volume 101. – 2019. - Pages 737-746
- [8] Jiayi Lu, Luanye Feng. Artificial agent: The fusion of artificial intelligence and a mobile agent for energy-efficient traffic control in wireless sensor networks//Future Generation Computer Systems. - Volume 95. – 2019. - Pages 45-51
- [9] Mohammad Sadegh Yousefpoor, Hamid Barati. Dynamic key management algorithms in wireless sensor networks: A survey//Computer Communications. - Volume 13415. – 2019. - Pages 52-69
- [10] A. Abuarqoub, M. Hammoudeh. Dynamic clustering and management of mobile wireless sensor networks//Computer Networks. - Volume 11722. - 2017. - Pages 62-75
- [12] Mita Cokic, Ivan Seskar. Software defined network management for dynamic smart GRID traffic//Future Generation Computer Systems. - Volume 96. – 2019. – Pages 270-282
- [13] О.В.Киселева, К.Мараткызы. Анализ технологий 4g и 5g в контексте информационной безопасности//Бестник КазНИТУ. – №3. - 2020
- [14] Ian F. Akyildiz, Shih-Chun Lin, Pu Wang. Wireless software-defined networks (W-SDNs) and network function virtualization (NFV) for 5G cellular systems: An overview and qualitative evaluation//Computer Networks. - Volume 93. – 2015. - Pages 66-79
- [15] Aqsa Malik, Junaid Qadir, Basharat Ahmad.QoS in IEEE 802.11-based wireless networks: A contemporary review//Journal of Network and Computer Applications. - Volume 55. – 2015. - Pages 24-46

Киселева О.В., Мараткызы К.

**Модель управления трафиком в беспроводных сетях**

**Резюме.** В статье рассмотрены типичные проблемы, возникающие при передаче информации в периоды наибольшей загрузки сети. Доказана целесообразность использования алгоритмов управления очередями и методов реконфигурации кластеров для моделирования управления, и распределения трафика в беспроводных компьютерных сетях. Применен алгоритм управления очередями - параметрической идентификации, который позволяет идентифицировать параметры математической модели беспроводной компьютерной сети, используя только значение окна передачи данных.

**Ключевые слова.** Трафик, беспроводные сети, скорости передачи информации, реконфигурация кластеров, алгоритм управления очередями.

Киселева О.В., Мараткызы К.

**Сымсыз трафикті басқару моделі**

**Қысқаша мазмұны.** Мақалада желінің максималды жүктемесі кезеңінде ақпаратты беру кезінде туындастырылады. Сымсыз компьютерлік жөндерде трафикті басқару мен басқаруды модельдеу үшін кезектерді басқару алгоритмдерін және кластердің қайта конфигурациялау әдістерін қолданудың орындылығы дәлелденді. Кезекті басқару алгоритмі қолданылады - мәліметтерді беру терезесінің мәнін пайдаланып сымсыз компьютерлік желінің математикалық моделінің параметрлерін анықтауға мүмкіндік беретін параметрлік сәйкестендіру.

**Түйінді сөздер.** Трафик, сымсыз желілер, ақпарат беру жылдамдығы, кластердің қайта конфигурациялау, кезектерді басқару алгоритмі.

УДК 621.38; 004.9

**Y. Amirkaliyev<sup>1</sup>, M. Kunelbayev<sup>1</sup>, A. Kalizhanova<sup>1,2</sup>, D. Yedilkhan<sup>1,4</sup>, A. Kozbakova<sup>1,3</sup>**

(<sup>1</sup>Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Almaty

<sup>2</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty

<sup>3</sup>Almaty University of Technology, Almaty

<sup>4</sup>Astana IT-University, Nur-Sultan, Kazakhstan

e-mail: [murat7508@yandex.kz](mailto:murat7508@yandex.kz), [ainur79@mail.ru](mailto:ainur79@mail.ru))

**MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF THE MAIN PARAMETERS OF THE THERMOSIPHON EFFECT FOR A SOLAR HEAT SUPPLY SYSTEM**

**Abstract.** This article discusses the main parameters of a solar collector with thermosiphon circulation for a solar heating system. To accomplish this task, a flat solar collector with thermosiphon circulation, developed by us of a new design, was considered, in which the heat transfer coefficient was increased by eliminating additional partitions between the panel and thermal insulation. The efficiency of the considered solar collector is achieved due to the presence of a metering tank and a heat pump in the design, where the condenser and evaporator are made in the form of a spiral-to-spiral heat exchanger, and the heat exchanger pipelines are placed one above the other, which allows to increase the area and intensity of heat transfer.

**Keywords:** solar collector, thermosiphon circulation, HEAT SUPPLIES

**Е.Н. Амирғалиев<sup>1</sup>, М.М. Кунелбаев<sup>1</sup>, А.У. Калижанова<sup>1,2</sup>, Д. Едилхан<sup>1,4</sup>, А.Х. Козбакова<sup>1,3</sup>,**

(<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан

<sup>4</sup>Астана ИТ-университет, Нур-Султан, Казахстан

e-mail: [murat7508@yandex.kz](mailto:murat7508@yandex.kz), [ainur79@mail.ru](mailto:ainur79@mail.ru) )

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОСИФОННОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные параметры солнечного коллектора с термосифонной циркуляцией для системы солнечного теплоснабжения. Для выполнения данной задачи рассмотрен разработанный нами новой конструкции плоский солнечный коллектор с термосифонной циркуляцией, в котором коэффициент теплопередачи был увеличен за счет устранения дополнительных перегородок между панелью и теплоизоляцией. Эффективность рассматриваемого солнечного коллектора

достигается за счет наличия в конструкции бака дозатора и теплового насоса, где конденсатор и испаритель выполнены в виде теплообменника типа «спираль в спирали», а трубопроводы теплообменников помещены одна над другой, которые позволяют увеличить площадь и интенсивность теплообмена.

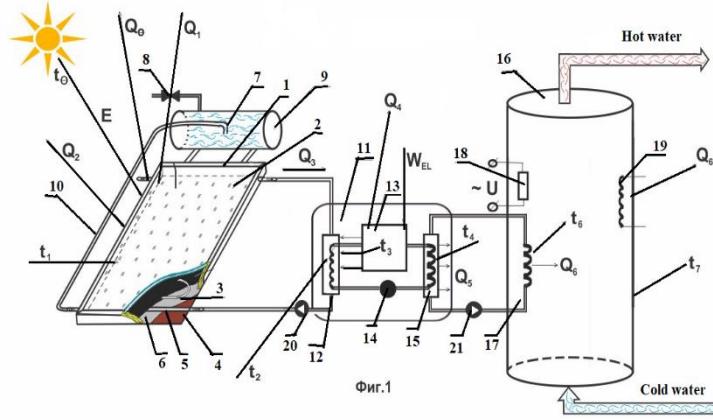
**Ключевые слова:** солнечный коллектор, термосифонная циркуляция, теплоснабжения.

**Введение.** Возобновляемые источники энергии имеют потенциал для удовлетворения нынешних и будущих прогнозируемых глобальных потребностей в энергии без каких-либо воздействие на окружающую среду. Для устойчивого удовлетворения глобальных энергетических потребностей возобновляемые источники энергии, такие как солнечная энергия, ветер, гидроэнергетика, биогаз и геотермальная энергия являются потенциальными кандидатами. Лучшей альтернативой для удовлетворения растущего спроса на энергию, является солнечная энергия.

В статье было отмечено, что виртуальное прототипирование солнечного коллектора помогает предсказать производительность коллектора до его эксплуатации [1]. В данной работе признается, что для заземления проекта солнечного коллектора в пространстве физического состояния его необходимо привести в состояние моделирования для исследования размеров коллектора, что обеспечивает низкую температуру на выходе воздуха. При изучении конструкции и эксплуатационных моделей также учитываются параметры производительности. Даффи и Бекман в своей работе построили солнечные коллекторы, которые применяются к моделям. В текущем исследовании есть несколько аспектов новизны в основанном на модельном подходе [1]. С помощью числовых моделей ограничения их подхода могут быть смягчены. Даффи и Бекман отмечают, что для расчета общего коэффициента потерь тепла определить пространственную среднюю температуру поглощающей пластины сложно. В пространственно распределенной модели, представленной здесь, это не проблема. Кроме того, солнечные коллекторы часто характеризуются теплом, которое должно быть определено экспериментально. Коунсу в работе, касающейся солнечного коллектора, отметил, что особое внимание уделяется увеличению тепла от коэффициента излучения солнечной энергии и тепловыделения [3]. Kicsiny экспериментально смоделировал солнечный коллектор, где выходная температура не помогает проектировать размеры солнечного коллектора, особенно солнечные коллекторы, работающие в различных условиях [4]. Гао и др., Альварес и др. предоставили информацию о расчете параметров солнечного коллектора [5,6]. Buzás et alii в своей работе по пространственному распределению динамической модели не рассматривают коллектор как комбинированный коллектор [7]. В работах рассказывается о пространственном распределении фотоэлектрической системы, тунNELЬНОЙ сушилки, солнечного водонагревателя. В своей работе авторы стремятся использовать модельный подход для проектирования и конструирования солнечных коллекторов для низкой и высокой температуры на выходе в сушилке адсорбционной солнечной системы для сушки сельскохозяйственных продуктов, а для регенерации используется адсорбент для сушки. в течение ночи [8,9,10,11]. В статье показано, что основными элементами SWH являются коллекторы (плоские пластины или трубчатые трубы), соединительные трубы, резервуар для воды и вспомогательные нагревательные элементы [12]. Чтобы избежать повреждения от замерзания (кипения) и непрямого нагрева SWH, между резервуаром и резервуаром или внутри резервуара используется теплообменник. Резервуар может быть установлен либо над коллектором (термосифонная система), либо на более низком уровне (принудительная циркуляция). Пратас и другие разработали и исследовали, что тепловые характеристики термосифонов SWS сопоставимы с тепловыми характеристиками систем с принудительной циркуляцией [13,14]. Площадь солнечного коллектора составляет около 120000 м<sup>2</sup> [15].

## 1 Методы исследования

Плоские солнечные коллекторы с термосифонной циркуляцией используются для преобразования падающего солнечного излучения в тепловую энергию. Эта энергия накапливается в виде ощутимого тепла в резервуаре для хранения жидкости и используется по мере необходимости для питания помещений и нагрева воды. На рисунке 1. показана двухконтурная гелиоустановка с термосифонной циркуляцией.



**Рис. 1.** Принципиальная схема двухконтурной гелиоустановки с термосифонной циркуляцией

Работа предлагаемой установки осуществляется следующим образом. Солнечная энергия Е с температурой  $t_0$  поглощается гелиоколлектором 1, с температурой  $t_1$ , нагревая поток солнечной энергии проходит через светопрозрачный изоляционный стеклопакет 2. Тепло, полученное от солнечного потока, нагревает жидкость в змеевиках 3, которая удаляется из коллектора, а на ее место поступает холодная вода из трубопровода с вентилем для холодной воды 8, а из сифона бака дозатора 7 происходит постоянная терма сифонная циркуляция с помощью циркуляционной трубы 10. Далее жидкость попадает в тепловой насос 11, который состоит из испарителя 12 конденсатора с температурой  $t_2$ , в котором теплообменник выполнен в виде спирали, поглощая тепло теплоносителя, опускает его температуру ниже температуры атмосферного воздуха ( $Q_2$ ) с помощью дросселирующего клапана 14, тем самым способствуя дополнительному поглощению тепла из атмосферного воздуха. В схеме также показано солнечное излучение, отраженное от полупрозрачного покрытия ( $Q_0$ ) и поверхности поглощающей панели ( $Q_1$ ). В тепловом насосе осуществляется передача энергии теплоносителю, с относительно низкой температурой, к теплоносителю теплообменника конденсатора 15 в виде спирали с более высокой температурой  $t_2$ , которая увеличивает площадь, а также интенсивность теплообмена. Для осуществления такого цикла используется компрессор 13 с температурой  $t_3$ , с электроприводом 17. Далее, посредством теплообменника конденсатора 15 с температурой  $t_4$ , тепло от теплового насоса ( $Q_5$ ) передается в бак аккумулятор теплообменника  $Q_6$  с температурой  $t_6$  системы отопления 18. Так как установка имеет два контура, она снабжена автоматическими циркуляционными насосами 19 и 20 для циркуляции жидкости между гелиоколлектором и испарителем, конденсатором и баком-аккумулятором. Температура воды доводится до требуемого технологического уровня и подается к потребителю на цели горячего водоснабжения и отопления [16].

Основным вопросом термосифонной системы солнечного теплоснабжения является, на какой высоте должен располагаться бак-аккумулятор солнечной энергии для максимальной эффективности работы гелиосистемы.

На 300 мм выше верхней части коллектора должен располагаться днище бака-аккумулятора. Через трубу поступает в верхнюю часть бака-аккумулятора, поднимается вверх по коллектору при нагреве вода в коллекторе расширяется, становится менее плотной. В результате более прохладная вода у днища бака вытесняется и перетекает по другой трубе в нижнюю часть коллектора. Эта вода в свою очередь нагревается и поднимается в бак. Пока солнечная энергия поступает, вода будет постоянно циркулировать по этому контуру нагревая ее. Вследствие того, что бак приподнят над коллектором, эффект опрокидывания циркуляции в результате ночного охлаждения теплоносителя в коллекторе сводится на нет, так как холодная вода просто скапливается в нижней точке системы (на дне коллектора), в то время как теплая вода остается в баке.

Когда вода нагревается и уменьшается ее плотность в контуре коллектора, возникает избыточное гидростатическое давление  $P$ (Па)

$$\Delta P = g * [\rho_w(t_c(n_c) - \rho_w(t_b)] * F \quad (1)$$

$$F = \frac{d_b + d_c * \sin(S)}{2} + d_{c-b} \quad (2)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;  $F$  – вертикальное расстояние между центрами солнечного коллектора и бака-аккумулятора, м;  $d_b$  – высота бака-аккумулятора, м;  $d_c$  – длина коллектора, м;  $d_{c-b}$  - расстояние между днищем бака-аккумулятора и верхней частью коллектора, м.

Это давление уравновешивается потерей напора, вызванного суммарным гидравлическим сопротивлением коллекторного контура, состоящего из сопротивлений медной трубчатой спирали коллектора, подводящего и отводящего теплоноситель трубопроводов и устройств их соединения с коллектором и баком-аккумулятором. При расчете потерь давления в контуре гидравлический контур разбивают на линейные и нелинейные участки. Каждый элемент медной спирали состоит из линейной части и двух нелинейных частей (кроме верхнего и нижнего витков, которые содержат по одному нелинейному элементу).

Общее количество элементов спирали вычисляется по формуле:

$$ne = \frac{L - (d_c - 2 * dkk)}{dk - 2 * dkk} \quad (3)$$

где  $dkk$  – расстояние от краев коллектора до линейной части верхнего и нижнего элементов спирали, м;  $dkk$  - расстояние с правой и левой сторон коллектора до элементов медной спирали, м.

В связи с тем, что количество элементов спирали, в соответствии с конструктивными особенностями коллектора, должно быть целым четным, значение  $ne$  округляется до ближайшего четного числа.

Расстояние между элементами спирали определяется из выражения:

$$de = \frac{dk - 2 * dkk}{ne} \quad (4)$$

Длина дуги нелинейной ( $ln$ , м) и линейной ( $ll$ , м) частей элемента медной спирали

$$ln = \pi * \frac{se}{2} \quad (5)$$

$$ll = \frac{L}{de - 2 * ln} \quad (6)$$

Потеря давления в линейной части элемента спирали описывается уравнением [10]:

$$\Delta P = \frac{32\mu(t) * ll}{d^2} * v_{aver} \quad (7)$$

где  $\mu$  - средняя по длине линейной части спирали динамическая вязкость теплоносителя, Н·с/м<sup>2</sup>;  $v_{aver}$  - средняя скорость теплоносителя, м/с.

Потеря давления в нелинейной части элемента спирали коллектора вычисляется из выражения (формула Берда-Карно [11]):

$$\Delta P_{ln} = \xi * \frac{v_{aver}}{\rho} \quad (8)$$

где  $\xi$ - коэффициент местного сопротивления.

Местное сопротивление нелинейной части спирали коллектора представляет поворот трубы на 90° и рассчитывается по формуле

$$\xi = 0.051 + 0.19 \frac{d}{R} \quad (9)$$

где  $R$  – радиус поворота медной трубы спирали, м,  $R = se/2$ . для моделирования падения гидравлических сопротивлений в медной трубчатой спирали на блоках коллектора, полученные на основании уравнений - на первом участке коллектора:

$$H_R = n * \frac{64 * (\mu(t_b(3) + \mu(t_c(1)) * ll)}{\pi * d^4} + (2 * n - 1) * 2\xi * \frac{\rho(t_b(3) + \rho(t_c(1))}{\pi * d^4} \quad (10)$$

- на  $i$ -м участке коллектора,  $i = 2, \dots, n_k - 1$ :

$$H_c(t) = n * \frac{64 * (\mu(t_c(t-1) + \mu(t_c(t)) * ll)}{\pi * d^4} + 4n * \xi * \frac{\rho(t_c(t-1) + \rho(t_c(i_0))}{\pi * d^4} \quad (11)$$

Количество тепла  $q_k(\text{Дж})$ , поступающего из коллектора в бак-аккумулятор определим, используя формулу

$$q_c = c_w(t_c) * \rho_w(t_c) * t_c * g_c \quad (12)$$

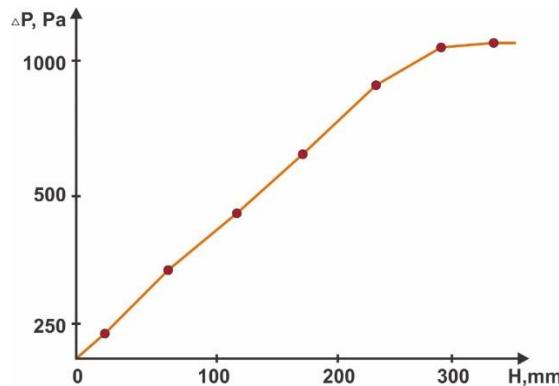


Рис. 2. Потеря давления в линейной части элемента спирали плоского солнечного коллектора

На рисунке 2 представлена потеря давления в линейной части элемента спирали плоского солнечного коллектора. Известно, что падение давления является важным фактором эффективности термосифонных систем. Соответственно, в данной работе плоский солнечный коллектор изучается для прогнозирования падения давления над ним. С различными размерами коллектора были использованы в качестве контрольного примера, в котором модель была проверена в пределах 3-8% с точки зрения нормализованного среднеквадратичного отклонения. В случае плоских солнечных коллекторов, которые будут использоваться в термосифонных системах водоснабжения, эта модель может использоваться для исследования компромиссов между выбором изготовления и характеристиками термосифона.

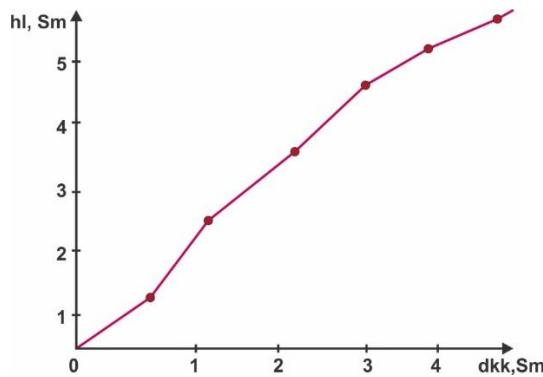


Рис. 3. Общее количество элементов спирали элемента медной спирали плоского солнечного коллектора

На рисунке 3 представлена общее количество элементов спирали элемента медной спирали плоского солнечного коллектора. Из рисунка видно, что чем больше количество элементов спирали элемента медной спирали плоского солнечного коллектора, тем выше расстояние от краев коллектора до линейной части верхнего и нижнего элементов спирали.

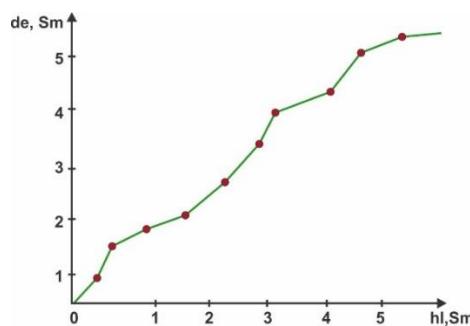


Рис. 4. Расстояние между элементами спирали элемента медной спиралы плоского солнечного коллектора

На рисунке 5 представлена длина дуги нелинейной части элемента медной спиралы плоского солнечного коллектора. Из рисунка видно, что чем больше радиус и диаметр медной спирали, тем больше жидкости будет течь при нормальном давлении.

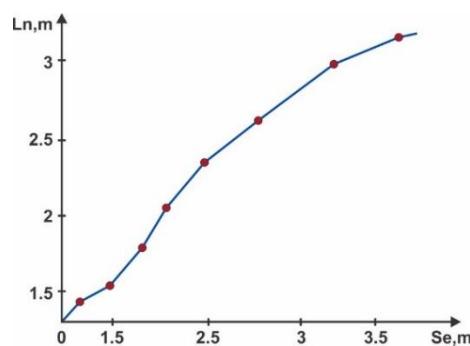


Рис. 5. Длина дуги нелинейной части элемента медной спиралы плоского солнечного коллектора

Так же можно сказать, чем больше шаг дуги медной спирали, тем жидкость протекающая по трубе будет меньше. Это говорит о том, что все параметры, которые рассчитываются с помощью экспериментальных данных подчиняются законам физики, а частности механике жидкости и газов.

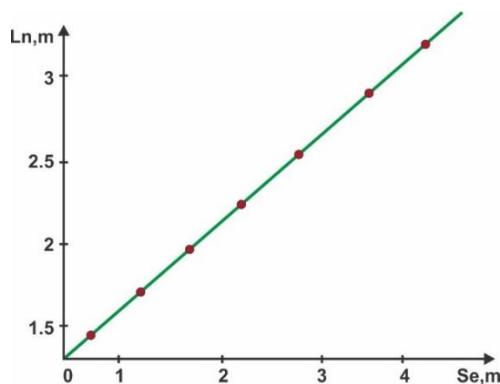


Рис. 6. Длина дуги линейной части элемента медной спиралы плоского солнечного коллектора

На рисунке 6 представлена длина дуги линейной части элемента медной спиралы плоского солнечного коллектора. Из рисунка видно, что тепловая эффективность уменьшается почти линейно с увеличением расстояния между трубами. Это подчеркивает трудность передачи тепла в трубу с относительно больших расстояний. Это говорит о том, что более высокая плотность трубок на единицу площади (или длины) абсорбирующей пластины повысит ее тепловую эффективность. На рисунке также видно, что для любого изогнутого профиля неизменно демонстрирует более высокую эффективность (22-25%), чем прямоугольный профиль. На рисунке 10 видно, что увеличенный поток воды, представленный увеличенным коэффициентом конвекции воды ( $h$ ), увеличивает термический

КПД коллектора. Изогнутый профиль на 24-27% эффективнее прямоугольного профиля. Это говорит о том, что увеличение массового расхода воды, циркулирующей через трубы коллектора, будет способствовать большему теплообмену, что положительно влияет на эффективность системы.

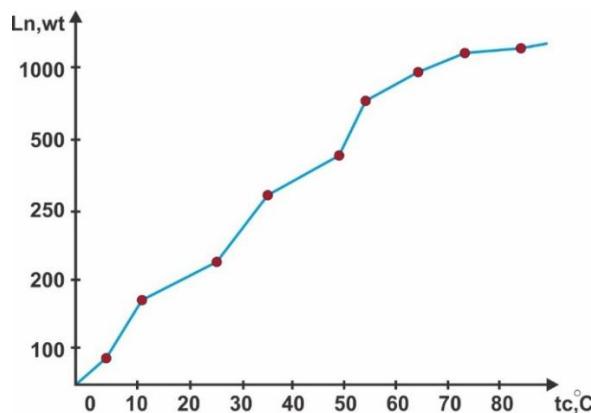


Рис.7. Количество тепла  $q_k$ (Дж), поступающего из коллектора в бак-аккумулятор

На рисунке 7 представлена зависимость количества тепла  $q_k$ (Дж), поступающего из коллектора в бак-аккумулятор от температуры нагрева воды

Как видно из рисунка 7, результаты показывают, что суточный эффективный прирост тепла составил около 1050 МДж. под разным окружающим воздухом.

В температурных условиях максимальное значение среднесуточной эффективности системы составило 52% с небольшой разницей между температурой коллектора и температурой окружающей среды. В то время как среднесуточная эффективность системы почти 50% в другие дни. Начальная температура в резервуаре оказывает значительное влияние на ежедневную эффективность системы. Увеличение разницы температур между температурой воды и температурой коллекторов будет увеличить прирост тепла от коллекторов. По сравнению с другими днями, ежедневная эффективность системы может достигать 60 % при начальной температуре 7°.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разработанной математическом обосновании решена система уравнений теплопереноса в элементах конструкции гелиоколлектора совместно с уравнениями краевых условий – начальных и граничных между элементами конструкции. С различными размерами коллектора были использованы в качестве контрольного примера, в котором модель была проверена в пределах 3-8% с точки зрения нормализованного среднеквадратичного отклонения. Тепловая эффективность уменьшается почти линейно с увеличением расстояния между трубами. Это подчеркивает трудность передачи тепла в трубу с относительно больших расстояний. Это говорит о том, что более высокая плотность трубок на единицу площади (или длины) абсорбирующей пластины повысит ее тепловую эффективность. Изогнутый профиль на 24-27% эффективнее прямоугольного профиля. Увеличение массового расхода воды, циркулирующей через трубы коллектора, будет способствовать большему теплообмену, что положительно влияет на эффективность системы. В результате экспериментальных работ суточный эффективный прирост тепла составил около 1050 МДж. под разным окружающим воздухом. В температурных условиях максимальное значение среднесуточной эффективности системы составило 52% с небольшой разницей между температурой коллектора и температурой окружающей среды

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Tomas, M.; Vladimir, Z.; Juliane, M. Detailed modeling of solar flat-plate collectors with design tool kolektor 2.2, building simulation. In Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland; IBPSA: Loughborough, UK, 2009; 2289–2296.
- [2] Duffie, J.A.; Beckman, W.A. Solar Engineering of Thermal Processes, 2nd ed.; John Wiley & Sons, Inc.: New York, 1980; 23, 73–74, 95–101.
- [3] Koyuncu, T. Performance of various design of solar air heaters for crop drying applications. Renewable Energy 2006, 31, 1073–1088.
- [4] Kicsiny, R. Improved multiple linear regression based models for solar collectors. Renewable Energy 2016, 91, 224–232.

- [5] Gao, W.; Lin, W.; Liu, T.; Xia, C. Analytical and experimental studies on the thermal performance of cross-corrugated and flat plate solar air heaters. *Applied Energy* 2007, 84(4), 425–441.
- [6] Alvarez, A.; Cebaza, O.; Muñiz, M.C.; Varela, L.M. Experimental and numerical investigation of a flat-plate solar collector. *Energy* 2010, 35, 3707–3716.
- [7] Buzás, J.; Farkas, I.; Biró, A.; Németh, R. Modelling and simulation of a solar thermal system. *Mathematics and Computers in Simulation* 1998, 48, 33–46.
- [8] Chow, T.T.; He, W.; Ji, J. Hybrid photovoltaicthermosyphon water heating system for residential application. *Solar Energy* 2006, 80, 298–306.
- [9] Ji, J.; He, H.; Chow, T.; Pei, G.; He, W.; Liu, K. Distributed dynamic modeling and experimental study of PV evaporator in a PV/T solar-assisted heat pump. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 2009, 52, 1365–1373.
- [10] Tiwari, A.; Sodha, M.S. Parametric study of various configurations of hybrid PV/thermal air collectors: Experimental validation of theoretical model. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 2007, 91, 17–28.
- [11] Talbot, P.; Lhote, M.; Heilporn, C.; Schubert, A.; Willaert, F.-X.; Haut, B. Ventilated tunnel solar dryers for small-scale farmers communities: Theoretical and practical aspects. *Drying Technology* 2016, 34, 1162–1174.
- [12] Duffie, J.A.; Beckman, W.A. *Solar Engineering of Thermal Processes*; John Wiley Sons: Hoboken, NJ, USA, 1980; Chapter 12, pp. 487–497.
- [13] Prapas, D.E.; Veliannis, I.; Evangelopoulos, A.; Sotiropoulos, B.A. Large DHW solar systems with distributed storage tanks. *Sol. Energy* 1995, 35, 175–184.
- [14] Chang, K.C.; Lin, W.M.; Lee, T.S.; Chung, K.M. Local market of solar water heaters in Taiwan: Review and perspectives. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2009, 13, 2605–2612.
- [15] Lin, W.M.; Chang, K.C.; Liu, Y.M.; Chung, K.M. Field surveys of non-residential solar water heating systems in Taiwan. *Energies* 2012, 5, 258–269.
- [16] Amirgaliyev Y.N., Kunelbayev M, Merembayev T, Daulbayev S, Irzhanova, A. The graphic analytical method of flat solar collector energetic and optical characteristics. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development* Volume 9, Issue 3, 2019, Pages 1749-1760
- [17] Amirgaliyev Y.N., Kunelbayev M, Kalizhanova A, Kozbakova A, Amirgaliyev B. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development* Volume 9, Issue 6, 2019, Номер статьи IJMPERDDEC201920, Pages 221-232

Амиргалиев Е.Н., Кунелбаев М.М., Калижанова А.У., Едилхан Д., Козбакова А.Х.

**Термосифондың негізгі жылу жүргізу жүйесінің негіздерін математикалық қабылдау**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада күн жылу жүйесі үшін термосифон айналымы бар күн коллекторының негізгі параметрлері қарастырылады. Бұл тапсырманы орындау үшін, біз жасаган жаңа термосифон айналымы бар жалпақ күн коллекторы қарастырылды, онда панель мен жылу оқшаулаудың арасындағы косымша белгітерді жою арқылы жылу берілу коэффициенті жоғарылады. Қарастырылған күн коллекторының тиімділігі конструкцияда өлшеу ыдисы мен жылу сорғысының болуына байланысты қол жеткізіледі, мұнда конденсатор мен буландырығыш спиральдан спиральді жылу алмастырығыш түрінде жасалады, ал жылу алмастырығыш құбырлары бір-бірінен жоғары орналастырылады, бұл жылу берудің аумағын және қарқындылығын арттыруға мүмкіндік береді.

**Кілттік сөздер:** күн коллекторы, термосифон айналымы, жылумен қамтамасыз ету.

УДК 621.38; 004.9

**Y. Amirgaliyev<sup>1</sup>, R. Yunussov<sup>2</sup>, T. Merembayev<sup>1,3</sup>, D. Yedilkhan<sup>1,4</sup>**

(<sup>1</sup>Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK, Kazakhstan

<sup>2</sup>Satbayev University, Almaty

<sup>3</sup>Международный университет информационных технологий, Алматы

<sup>4</sup>Astana IT-University, Nur-Sultan, Kazakhstan

e-mail: yunussov@gmail.com, timur.merembayev@gmail.com)

**DESIGNING THE ARCHITECTURE OF DATA STORAGE FROM  
A HELICOLECTOR NETWORK**

**Abstract.** In this paper, we consider the problem of collecting and storing data from technical devices connected to a single control and monitoring network. As a technical device, a solar water heating system is considered. Basically, these systems do not contain sensors for collecting information about the operation of the system or sensors for controlling the system. Today, the data is very valuable for modeling, predicting, and managing the system; therefore, the digitalization of devices that will optimize the work process takes place in production. The study addresses the problem of collecting and storing data from systems that generate large amounts of data with a high frequency in time. Existing

solutions to solve this problem are described. A solution based on the Orleans framework that is optimally suited for the task was chosen.

**Keywords:** data storage, digitalization, solar collector, network.

**Е.Н. Амиргалиев<sup>1</sup>, Р. Юнусов<sup>1,2</sup>, Т. Мерембаев<sup>1,3</sup>, Д. Едилхан<sup>1,2</sup>**

(<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Satbayev University, Алматы

<sup>3</sup>Международный университет информационных технологий, Алматы

e-mail: yunussov@gmail.com, timur.merembayev@gmail.com)

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ С СЕТИ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРОВ

**Аннотация.** В данной работе рассматривается проблема сбора и хранения данных с технических устройств, подключенных к единой сети управления и мониторинга. В качестве технического устройства рассмотрена система солнечного нагрева воды. В основном данные системы не содержат датчиков сбора информации о работе системы или датчиков управления системы. На сегодняшний день данные являются очень ценными для моделирования, предсказания и управления системой, поэтому на производстве происходит цифровизация устройств, которые позволяют оптимизировать процесс работы. В исследовании рассматривается проблема сбора и хранения данных с систем, которые генерируют большие объемы данных с высокой частотой по времени. Описаны существующие решения для решения данной проблемы. Выбрано решение на базе фреймворка Orleans, которая оптимально подходит для поставленной задачи.

**Ключевые слова:** хранения данных, цифровизация, гелиоколлектор, сеть.

**Введение.** В индустриальных технологических процессах количество данных, поступающих от одного агрегата могут достигать 100 МБ в сутки. При этом количество сенсоров, которыми оснащен агрегат, как и количество агрегатов в целом не ограничено. В связи с такими условиями возникают задачи построения такой архитектуры информационной системы, которая будет способна горизонтально масштабироваться с целью увеличения пропускной способности при увеличении потока данных, и уменьшению расходуемых энергетических ресурсов при снижении нагрузки [1, 2, 3].

Один гелиоколлектор может быть оснащен неограниченным количеством сенсоров, которые могут работать в различных режимах частоты съема информации, а также передачи ее на пульт управления. При этом на сегодняшний день устоявшимся архитектурным решением является оснащение агрегата центральным контроллером с заданными технологическими характеристиками для съема данных с сенсоров, агрегации их и передачи на центральный пульт управления или же нахождения в пассивном режиме и предоставления интерфейса доступа к накопленным данным в режиме очереди. При активном режиме - возникают необходимости предварительно настройки оборудования и указания точки назначения передачи данных. При пассивном режиме - контроллер собирает данные с сенсоров в оперативный банк данных до тех пор, пока не исчерпается память, после чего новые данные начинают вытеснять более старые по правилу очереди - FIFO.

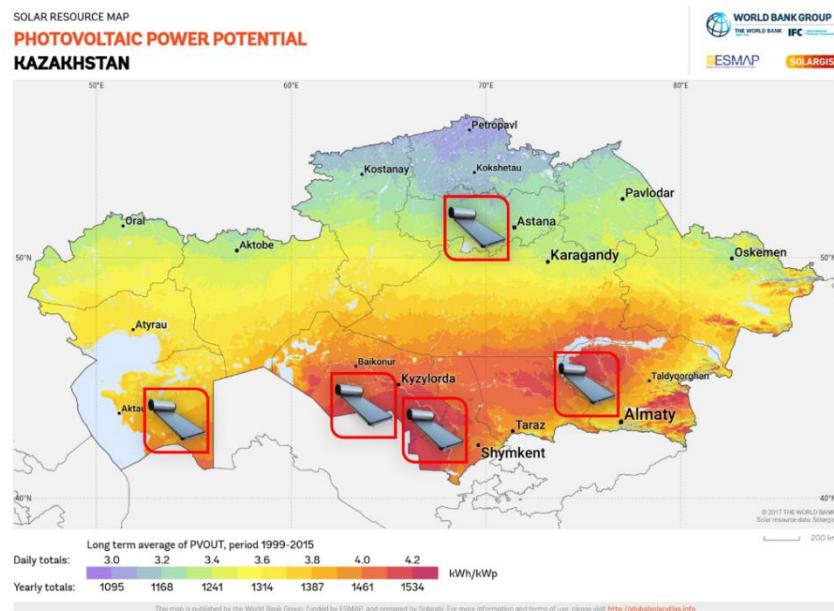
Выбор контроллера для агрегата является важным решением. Необходимо сопоставить режимы эксплуатации с допустимыми режимами работы контроллера. Например, технологической оборудование, работающее в режиме высокой вибрации (например, турбины) требуют особых видов контроллеров, способных выдерживать физическое воздействие длительный промежуток времени. Те же вопросы возникают с температурными режимами, режимами влажности, давления, агрессивности окружающей среды.

Гелиоколлектор - специализированный агрегат по преобразованию солнечного света в тепло. Технологическое устройство на сегодняшний день имеет ряд имплементаций, начиная с простейших и заканчивая высоконтелектуальными агрегатами, способными подстраиваться под заданный температурный режим, оснащенные механизмами защиты от перегрева и переохлаждения [4].

На сегодняшний день становится возможным увеличения КПД каждого гелиоколлектора, путем учета параметров окружающей среды, географического положения, а также мониторинга внутреннего состояния путем съема параметров с подключенных сенсоров.

В рамках заданного научного исследования - поставлена задача создания централизованной системы сбора информации распределенных территориально гелиоколлекторов (рисунок 1). Сбор данных позволит решить следующие вопросы:

- своевременное определение неисправностей и уведомление пользователя о необходимости сервисного обслуживания;
- построение прогнозных моделей эффективности путем территориальной интерполяции.



**Рис. 1.** Потенциальное расположение сети коллекторов по территории Казахстана

Сложность в реализации системы заключается в потенциальном количестве единовременно активных сессий между контроллером агрегата и сервером обработки данных. Любое аппаратное обеспечение имеет свои границы возможных нагрузок и режимов эксплуатации.

Типичным, например, параметром единовременно поддерживаемых сетевых соединений для штатной операционной системы - является 65 535 [5, 6]. Соответственно, для того, чтобы осуществить соединение следующего агрегата – необходимо, что бы была закрыта сессия предыдущего. В таком режиме возникают условия отказа в соединении и сброса буфера данных, планируемых для записи. Для решения этих проблем организуется сеть вычислительных ресурсов, соединенных в единую информационную систему, и представляющую из себя на современном языке - облако. При этом в рамках облака ставится задача динамического пропорционального распределения нагрузки и отказоустойчивости с возможностью подключения дополнительных вычислительных ресурсов в случае увеличения количества единовременных сессий [7].

Вторым примером организационной сложности имплементации такой информационной системы является выбор архитектуры хранилища данных. Исходя из требований к индустриальным технологическим процессам - хранилище должно отвечать критериям: *высокой доступности; отказоустойчивости*.

**Архитектура хранения данных.** На сегодняшний день в условиях задач интернета вещей стало очевидным неприменимость классических реляционных моделей хранения информации. Реляционные модели хорошоправляются с нормализацией данных, борьбой с аномалиями и потерей целостности. Однако плохо демонстрируют свои возможности в части высокой доступности и эффективного хранения. Поэтому появляются такие решения как колонка – ориентированные хранилища, граф – ориентированные хранилища, документ – ориентированные хранилища, ключ-значение, и хранилища временных рядов [8]. Каждое из этих видов хранилищ по-своему используют особенности аппаратной части, возможности операционной системы и призваны решать определенную узкую задачу, которую они решают лучше других методов. Понятно – что для задачи хранения данных сенсоров с различных агрегатов – первоочередной задачей стоит – эффективный механизм сбора и записи данных в хранилища информации. При этом данные поступают обязательно в хронологическом порядке, объем этих данных может быть бесконечно велик, интенсивность поступления данных так же стремится к бесконечности. Соответственно – необходимо решение, способное к бесконечной горизонтальной масштабируемости. Таким образом – если один магнитно-механический жесткий диск способен к

максимальной пиковой отдачи/принятии данных в 100МБ в секунду, то требования к записи в 1000МБ в секунду ставят необходимость использования 10 жестких дисков единовременно.

На текущий момент существуют множество различных решений для реализации заданной информационной системы. Например, система хранения данных InfluxDB, призванная использовать механизмы хранения хронологических данных. Особенностью данной системы является физическая модель хранения данных и способность к масштабированию и распределению данных на разрозненных аппаратных ресурсах. Вторым примером, который мог бы быть применено это фреймворк (набора библиотек и технологического окружения) Akka, построенный на инфраструктуре JVM. Фреймворк Akka реализует предложенную еще в 70-х годах модель агента. Основная суть - это абстракция выполняемой функции от физического расположения вычислительного ресурса, что позволяет увеличивать количество агентов исходя из заданных требований к производительности. Модель агента была реализована во множестве сред и языков программирования. Многие из них по сей день живут и развиваются, применяются на площадках реализации архитектуры высоких нагрузок. С такой точки зрения - упор на распределенные вычисления был даже создан специализированный функциональный язык Erlang, получивший широкое распространение в задачах телекоммуникаций и на сегодняшний день показавший высокую результативность в задачах организации вычислительных сред для интернета вещей.

**Фреймворк Orleans.** В рамках текущего исследования было принято решение использования решения на базе фреймворка Orleans [9, 10, 11]. Одним из преимуществ этого фреймворка, разрабатываемого компанией Microsoft и сейчас имеющего статус проекта с открытым исходным кодом - является использование широко распространенного языка программирования C#. Язык C# является наследником языка Си. Программы, написанные на нем, выполняются виртуальной машиной DotNet. Язык обладает лаконичностью и всеми современными инструментами, и техниками написания программных кодов, включая возможность использования низкоуровневых приемов программирования - работа с указателями.

Orleans - это специализированная система распределенных вычислений, рассчитанная на высокие нагрузки, обладающая свойствами отказоустойчивости. Реализует модель агента, при этом называет его виртуальным агентом, так как местоположение и состояние агента не известно. Каждый агент может находиться в двух состояниях - активное/неактивное (рисунок 2).

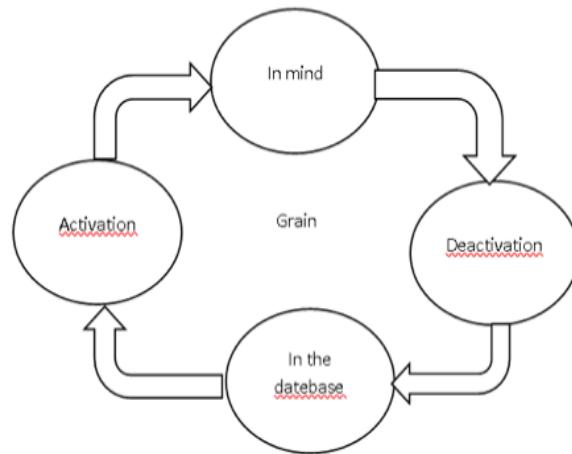


Рис. 2. График состояний объектов

Процесс активации каждого агента является простым запросом его по идентификатору. Если объект не существует в информационной среде он будет создан. При необходимости агенты удаляются из памяти, тогда их состояние трактуется как неактивное (рисунок 3). Таким образом, даже в случае если одна из машин информационной инфраструктуры выходит из строя, и все агенты, находящиеся на этой машине, пропадают, то при запросе их по их идентификационным номерам - они будут воссозданы на оставшихся машинах.

Фреймворк является полностью асинхронным и осуществляет обмен данными на базе протоколов TCP/IP между вычислительными узлами в мультиплексируемом режиме. Каждый агент выполняется в однопоточном режиме, что защищает его от ситуаций не консистентного состояния.

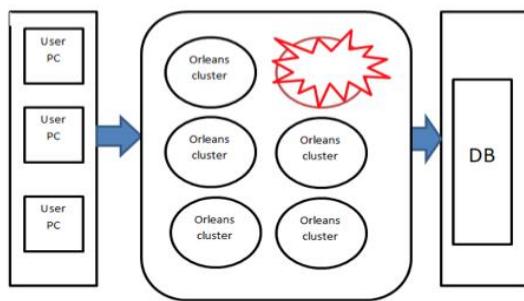


Рис. 3. Ситуация потери вычислительного узла

Таким образом фреймворк позволяет хранить высоко динамичную инфраструктуру объектов информационной системе в оперативной памяти всех вычислительных ресурсов, задействованных в работе. Организация доступа к этим объектам осуществляется путем запроса их по идентификационному номеру, которые может быть, как простым числом, так и более сложной формой типа GUID и комбинаций. Организация хранения состояния объектов в персистентном хранилище абстрагирована посредством имплементаций различного рода, начиная от реляционных СУБД и заканчивая документ-ориентированными и даже пользовательскими решениями, реализующими интерфейс чтения/записи данных (рисунок 4).

Рис. 4. Архитектура Orleans на самом верхнем уровне

Архитектура такого решения базируются на 2 основных типах сущностей - это атомарный объект или же атомарная очередь сообщений. Фреймворк позволяет абстрагироваться от сложности распределенного хранения этих объектов на различных серверах и сконцентрироваться на бизнес процессе, который мы осуществляя.

В обычных условиях, без использования фреймворка программисты сталкиваются с проблемой узких мест, которые из себя представляют СУБД (рисунок 5). Какой бы она не была производительной - всегда наступал момент, когда количество запросов на запись было гораздо больше, чем физическое устройство могло обслужить.

Из изображения видно - что СУБД становится явным узким местом, которое может привести к не консистентному состоянию системы, так как устройства этих могут быть сотни тысяч, запросов может быть в 10 раз больше, чем самих устройств (рисунок 6). Очевидно, что необходимо новое решение, позволяющее решить эту проблему, как показано на следующем изображении.

Рис. 5. Процесс сбора данных от различных устройств

КазҰТЗУ хабаршысы №4 2020

215

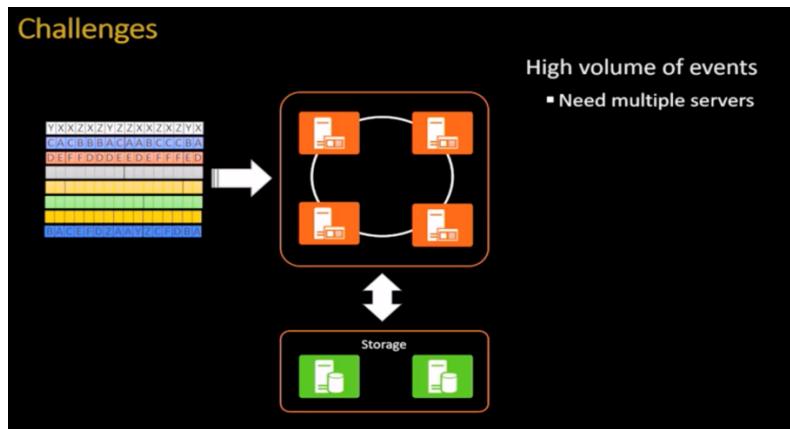


Рис. 6. Концептуальная схема решения проблемы неустойчивости системы

### Заключение

Фреймворк позволяет оперировать концепцией объектно-ориентированного программирования без необходимости вдувания в подробности реализации той или иной архитектуры хранилища данных. В данном случае - фреймворк является реализацией как бизнес модели, так и хранилища данных в одном лице. Данные, попадающие в информационную инфраструктуру гарантированное находятся в консистентном состоянии в любой момент времени. Чтение данных и вычисление производных осуществляется с использованием всех вычислительных ресурсов, активных на данных момент времени. Таким образом - система может функционировать с единственным компьютером, обслуживающим запросы нескольких гелиоколлекторов, так и с неограниченным количеством гелиоколлекторов путем подключения дополнительных вычислительных ресурсов и присоединения их к вычислительному кластеру. В случае же обратного отката (уменьшения количества гелиоколлекторов в системе), в системе достаточно просто отключить избыточные машины, входящие в кластер.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Y. Amirgaliyev, R. Yunussov, O. Mamyrbayev Optimization of people evacuation plans on the basis of wireless sensor networks, 2016.
- [2] J. Wilson, E. Redmond, Seven Databases in Seven Weeks, 2012.
- [3] O. Andreassen, F. Marazita, M. Miskowiec, Upgrade of the CERN RADE framework architecture using RabbitMQ and MQTT, 2017.
- [4] Y. Amirgaliyev, T. Merembayev, M. Kunelbayev. Dynamic simulation of a solar hot water heating system for Kazakhstan climate conditions. 14th International Conference on Electronics Computer and Computation, ICECCO 2018, pp. 206-2012.
- [5] S. Burckhardt and T. Coppievers. 2018. Reactive Caching for Composed Services: Polling at the Speed of Push. Proc. ACM Program. Lang. 2, OOPSLA, Article 152 (November 2018), 38 pages. <https://doi.org/10.1145/3276522>
- [6] P. Bernstein. Actor oriented Database Systems. 34th International Conference on Data Engineering, IEEE, 2018.
- [7] P. Bernstein, S. Burckhardt, S. Bykov, Natacha Crooks, Jose M. Faleiro, Gabriel Kliot, Alok Kumbhare, Muntasir Raihan Rahman, Vivek Shah, Adriana Szekeres, and Jorgen Thelin. 2017. Geo-Distribution of Actor-Based Services. Proc. ACM Program. Lang. 1, OOPSLA, Article 107 (October 2017), 26 pages. <https://doi.org/10.1145/3133931>
- [8] A. Rabiee, Analyzing Parameter Sets For Apache Kafka and RabbitMQ On A Cloud Platform, 2018.
- [9] S. Bykov, A. Geller, G. Kliot, J.R. Larus, R. Pandya, J. Thelin Orleans: cloud computing for everyone, 2011.
- [10] P.A. Bernstein, S. Bykov, A. Geller, G. Kliot, J. Thelin Orleans: Distributed Virtual Actors for Programmability and Scalability, 2014.
- [11] S. Bykov, A. Geller, G. Kliot, J.R. Larus, R. Pandya, J. Thelin Orleans: A Framework for Cloud Computing, 2010.

Амиргалиев Е.Н., Юнусов Р., Мерембаев Т., Едилхан Д.

### Гелиоколлекторлар желісінен деректерді сактау архитектурасын жобалау

**Түйіндеме.** Бұл мақалада бірыңғай басқару және мониторинг желісіне қосылған техникалық құрылғылардан деректерді жинау және сактау мәселесі қарастырылады. Техникалық құрылғы ретінде суды күн жылдыту жүйесі қарастырылған. Негізінен бұл жүйеде жүйенің жұмысы туралы ақпаратты жинау датчиктері немесе жүйені басқару датчиктері жоқ. Қазіргі таңда деректер жүйені модельдеу, болжаку және басқару үшін өте құнды болып табылады, сондыктan өндірісте жұмыс процесін онтайландыруга мүмкіндік беретін

күрылғыларды цифрландыру жүргізіледі. Зерттеу уақыт бойынша жоғары жиілікпен үлкен көлемді деректерді шыгаратын жүйелерден деректерді жинау және сақтау мәселесі қарастырылады. Осы проблеманы шешу үшін бар шешімдер сипатталған. Берілген тапсырма үшін қолайлы Orleans фреймворк негізінде шешім таңдаап алынды..

УДК 658.7

**M. Aikumbekov, A. Kamzina , A. Nemasipova, S. Sarbaev , M. Nurjaubaev**  
(Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev)  
e-mail: muslim050182@mail.ru

## THE PECULIARITIES OF IMPLEMENTATION OF BUSINESS PROCESSES AT THE STATION ALTYNKOL

**Annotation.** The issues of increasing the profitability of freight transport, increasing its efficiency, as well as the integrated and rational use of technical means and systems of railway transport are closely related to the peculiarities of the points of origin, repayment and processing of cargo flows. It is in the places of origin and repayment of cargo flows that the main transportation costs are made – initial and final operations, the main part of the car downtime is formed, which means that optimizing the operation of these points is an important task to increase the profitability of freight transport.

**Keyword.** optimization of cargo transportation endpoints, simulation of the transportation system, optimization of the station operation.

**М.Н. Айқұмбеков, А.Д. Камзина, А.Н. Немасиова,  
С.Ш. Сарбаев, М.М. Нуржабаев**  
(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

## ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА СТАНЦИИ АЛТЫНКОЛЬ

**Анотация.** Вопросы повышения доходности грузовых перевозок, увеличения их эффективности, а также комплексного и рационального использования технических средств и систем железнодорожного транспорта самым тесным образом связаны с особенностями работы пунктов зарождения, погашения и переработки грузопотоков. Именно в местах зарождения и погашения грузопотоков совершаются основные затраты на перевозку – начально-конечные операции, образуется основная часть простоев вагонов, а значит оптимизация работы этих пунктов – важная задача повышения прибыльности грузовых перевозок.

**Ключевые слова.** оптимизация работы конечных пунктов перевозки груза, моделирование работы системы перевозок, оптимизация работы станции.

В условиях роста объемов перевозок на сегодняшний день актуальным вопросом становится реальное выполнение согласованных заявок и связи с возможным отсутствием в заданные сроки по станции погрузки-выгрузки свободных погрузочных ресурсов.

Экономические результаты производственной деятельности отрасли в условиях рынка во многом зависят от организации работы железнодорожных узлов. Проблемы производственной деятельности железнодорожного транспорта и его крупнейших многофункциональных образований – узлов – требуют решения в рамках общей экономической стратегии государства, реализации интеграционных программ, роста товарообмена между регионами и государствами, а также удовлетворения потребностей клиентов и расширения железнодорожного сегмента транспортного рынка. Важное значение в этих **условиях имеет обеспечение функциональной и экономическом устойчивости компонент железнодорожных узлов**, которые обеспечивают непосредственное технологическое, информационное, финансовое взаимодействие транспорта с инфраструктурой производителей к потребителей товаров.

Решение этих проблем возможно на основе разработки теории цепей в железнодорожных узлах, выявления технологических, информационных диспропорций и потерь, которые снижают конкурентоспособность железнодорожного транспорта. Эти подходы позволяют рационализировать

схемы пропуска и переработки сократить сроки доставки грузов. Кроме того, они позволяют рассматривать вопросы специализации станций, на которых проектируются и строятся новые терминалы для переработки грузов и на которых такое строительство не требуется.

Высокая эффективность использования методов моделей менеджмента в управленческой деятельности достижима, если будет обеспечено выполнение ряда условий, среди которых:

- системный подход к решению рассматриваемой проблемы;
- научная обоснованность самих методов и моделей;
- адекватность моделей реальной системе, объективный учет взаимосвязи подсистем;
- многовариантность управленческих решений;
- формирование и оптимизация моделей реальной системы обеспечения связи между производством и сбытом готовой продукции;
- непрерывность процесса внедрения моделей принятия решений.

При постановке задач оптимизации бизнес-процессов на транспорте необходимо учитывать, что показатели развития любой производственно – экономической системы в принципе зависят от двух взаимосвязанных векторов характеристик: состояния и функционирования.

Концентрация усилий по повышению эффективности методов и моделей решения только задач функционирования – это тупиковый путь. Теоретическое эффективное управленческое решение, принятное к реализации без учета возможного состояния транспортного парка, может не иметь реального и создает предпосылки для ослабления основополагающего свойства системы – надежности.

При моделировании развития бизнес-процессов в транспортных системах наметилось два подхода: детерминистско-оптимальный и вероятностно-адаптивный.

Детерминистско-оптимальный подход к принятию управленческих решений в большинстве случаев обеспечивает значительный экономический эффект за счет того, что с позиций классической теории оптимального управления, найденное оптимальное решение задачи управления устойчиво по Ляпунову А.М. и находится в некоторой положительной окрестности точки оптимума (минимума) затратного функционала.

При оптимальном планировании получают не просто приемлемые или допустимые варианты планов, а наилучшие относительно принятого способа их оценки. При этом широко используются экономико-математические модели, позволяющие выбирать варьируемые показатели плана из условий экстремума принятой меры его эффективности (например, максимизация прибыли при допустимом уровне риска, минимизация затрат и т.д.).

Оптимизация одновременно функционирования и состояния системы – главное условие для достижения ее наивысшей эффективности. Другой аспект состоит в том, что решить задачу развития транспортной организации с помощью одной модели невозможно, поэтому необходимо расчленение этой задачи на ряд локальных, входящих в общую систему задач организации работы транспорта.

В условиях рыночной экономики, на наш взгляд, наиболее приемлемым подходом к моделированию развития организации как экономической системы является вероятностно-адаптивный подход.

В качестве основных характеристик вероятностно-адаптивного подхода к моделированию задач организации следует отметить:

- создание человеко-машинаных систем планирования, позволяющих более полно и эффективно использовать в процессе планирования опыт и интуицию специалистов-плановиков;
- учет известной доли неопределенности в наших знаниях о будущем, обуславливающий выбор наиболее адаптивных вариантов планов;
- персонификацию плана как системы взаимосвязанных решений;
- рассмотрение организационных проблем [3].

Необходимость соединения детерминистского и вероятностного подходов к решению задач управления, транспортными организациями предопределена характерными особенностями развития любой транспортной системы. К ним относятся:

- значительная неопределенность как будущих ситуаций, в которых возможно окажется объект в ходе своей эволюции, так и неопределенность конечных эффектов принимаемых решений;
- неполнота и существенно низкая достоверность исходной информации, которые подчас носят слишком укрупненный, агрегированный характер;
- трудности методологического и вычислительного характера (учет принципиально неформализуемых элементов), не позволяющих достичь полной адекватности моделей реальным процессом развития.

В то же время процессы на транспорте, включающие элемент случайности, не являются чисто случайными. В них высока роль организационной составляющей – технология технического обслуживания и текущего ремонта, график работы. Поэтому формулы (модели), разработанные только на основе вероятностного или только детерминированного подхода к управлению бизнес-процессами на транспорте, часто не соответствуют существующей системе транспорта [4].

Адаптивное поведение проявляется в различных тенденциях развития, которые отражают эволюцию конкретной системы в ходе ее приспособления к воздействиям внешней среды. Моделирование развития транспортных терминалов может быть обеспечено сочетанием нормативных и дескриптивных моделей, вырабатывающих, с одной стороны, решения по активным воздействиям на развитие организаций, а с другой – описывающих процессы адаптации в условиях неопределенности и неполноты информации. Разработка и внедрение вероятностно-адаптивного подхода могут обеспечить реализацию основных условий эффективного использования моделирования на транспорте, а также обеспечить развитие таких свойств транспортных систем как: системность, надежность, адаптивность, устойчивость и др.

Таким образом, наиболее приемлемым подходом к моделированию решения задач управления транспортно-технологическими системами является вероятностно-адаптивный подход с использованием аппарата теории случайных процессов, т.е. стохастических моделей.

Сегодня бизнес-процессы на транспорте (в транспортно-грузовых системах) постепенно и глобально автоматизируются, однако исследований по автоматизации и планированию работы грузовых в последние годы почти не проводилось. Одним из заслуживающих внимание трудов является работа по моделированию автоматизации процесса поездообразования [2].

В рамках моделирования системы управления перевозками выделяется так называемая «модель станции». Согласно этому модель станции предназначена для хранения сведений обо всех операциях в пределах грузовой станции, источником информации для модели выступают системы оперативного управления перевозками АСОУП и система АСУ работы грузовой (сортировочной) станции. Таким образом, эта модель выступает в большей степени как база данных, взаимодействующая с вагонной моделью поездной моделью.

Необходимость моделирования системы управления станцией в нетиповых условиях развития инфраструктуры, на основе типовых множеств и характеризующих параметров необходима. Такая система управления может быть эффективной только в случае планирования работы каждого грузового терминала.

В процедурах воздействия транспортные системы решающее значение имеет выбор подходящего момента воздействия. Однако может не оказаться средств для точного определения этого момента. Значительные замедления возникают при интерпретации содержания сообщения, применении критерия и проверке соответствия. В процессе воздействия может также создаваться множество сообщений и если эти сообщения конфликтуют, то подсистема обратной связи будет функционировать на основе противоречивых данных [2].

Развитие идей, основанных на объектной декомпозиции, возникло из стремления избавиться от недостатков структурного подхода. Эти идеи оформились в подход к разработке программных систем, названный объектно-ориентированным. В соответствии с данным подходом, объекты и классы обладают характерными свойствами, которые активно используются в этом подходе и во многом определяют его преимущества.

Объектная модель принципиально отличается от моделей, которые связаны с традиционными методами анализа, проектирования и программирования. Важным преимуществом также является то, что объектный подход позволяет создавать системы, которые удовлетворяют следующим свойствам хорошо структурированных систем:

1. Объектная модель позволяет в полной мере использовать возможности объектных и объектно-ориентированных языков программирования.

2. Использование объектного подхода существенно повышает уровень унификации разработки программ и проектов, так как создаваемые системы, как правило, являются более компактными, чем их необъектно-ориентированные эквиваленты.

3. Объектная модель ориентирована человеческое восприятие мира, что облегчает работу с ними простым пользователям, в том числе специалистам железнодорожного транспорта [3].

Еще одним подходом, заслуживающим внимания, следует назвать кибернетический подход к моделированию работы грузовых фронтов. В этом случае можно говорить о наличии центров управления на разных уровнях иерархии железнодорожного транспорта.

Центр управления на станции Алтынколь осуществляет управление всеми цепями и подсистемами в реальном масштабе времени. Для реализации этой цели предусматривается диспетчерский персонал и коммерческие агенты, обеспечивающие взаимодействие с клиентурой и контролирующие качество транспортных услуг (сроки доставки груза, сохранение потребительских качеств груза, выполнение графика подачи и уборки вагонов).

**Вывод.** Таким образом, под управлением понимается особым образом ориентированное воздействие на объект (систему), которое обеспечивает приданье ему требуемых свойств или состояний. В системе, в которой осуществляется процесс управления, можно выделить, с одной стороны, объект управления, с другой – субъект управления. При этом управление может быть только прямым, односторонним, когда имеет место только воздействие, субъекта на объект управления, или с обратной связью, когда имеется также обратное воздействие объекта управления на управляющую систему.

При управлении транспортной системой (объектом) осуществляется переход системы, из одного состояния в другое, т.е. управляемый объект под воздействием управляющей системы изменяет свое поведение так, чтобы достичь заданной цели, и при помощи обратной связи выдает ответную реакцию о своем состоянии или функционировании. Поэтому процесс управления во многом представляет собой преобразование обратной связи в информацию управляющих воздействий.

На основании вышеизложенных фактов и свойств можно сделать предположение о том, что грузовые фронты представляют собой стохастические системы, функционирующие в условиях постоянно изменяющейся внешней многофакторной среды, что создает предпосылки для моделирования процесса занятости подобных систем на основе компромиссных подходов и случайных явлений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем / Н.Б. Кобелев. – М.: Дело, 2013. – 336 с.
- [2] Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н. Колмогоров. – М.: Наука, 1997. – 304 с.
- [3] Еловой И.А. Экономическая оценка транспортно-технологических систем доставки продукции // Бюллетень транспортной информации. – М., 2010. – № 6 (60). – С. 33-39
- [4] Семененко А.И., Сергеев В.И. Логистика. Основы теории: Учебник для вузов. – СПб.: Союз, 2013. – 544 с.
- [5] Кизим А.А. Концепция построения региональной транспортно-логистической системы: вопросы теории и практики: Монография. – Краснодар: Куб. гос. ун-т, 2014. – 658 с.

Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Немасиова А.Н., Сарбаев С.Ш., Нуржанбаев М.М.

#### Алтынкол станциясына бизнес-процесстерді енгізу ерекшеліктері

**Түйіндеме.** Жұқ тасымалдарының табыстылығын арттыру, олардың тиімділігін арттыру, сондай-ақ техникалық құралдар мен темір жол көлігі жүйелерін кешенді және ұтымды пайдалану мәселелері жұқ ағындарын құру, өтеу және қайта өңдеу пункттері жұмысының ерекшеліктерімен тығыз байланысты. Жұқ ағындарының пайда болу және өтеу орындарында тасымалдауга негізгі шығындар жасалады – бастапқы-соңғы операциялар, вагондардың тұрып қалуының негізгі бөлігі қалыптасады, демек, осы пункттердің жұмысын онтайландыру – жұқ тасымалдарының табыстылығын арттырудың маңызды міндеті.

**Кілт сөздер.** жұқ тасымалдаудың соңғы пункттерінің жұмысын онтайландыру, тасымалдау жүйесінің жұмысын модельдеу, станция жұмысын онтайландыру.

УДК 658.7

**M Aikumbekov., A. Kamzina, A. Nemasipova, S. Sarbaev, M. Nurjaubaev**  
(<sup>1</sup>Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev  
e-mail: muslim050182@mail.ru)

## PROBLEMS OF BUSINESS PROCESS RESEARCH

**Annotation.** The diversity of business processes, heterogeneity of structure, complexity of functions and interaction between business processes require careful processing of the collected data and preliminary assessment of all possible internal and external influences that may affect the smooth operation of the business process and the enterprise as a whole.

**Keywords:** business process modeling, cargo operations optimization, customer service optimization, business process reengineering.

**М.Н. Айқұмбеков, А.Д. Камзина, А.Н. Немасиова,  
С.Ш. Сарбаев, М.М. Нуржанбаев**

(Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М.Тынышпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

## ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

**Аннотация.** Многообразие бизнес-процессов, неоднородность структуры, сложность функций и взаимодействия между бизнес-процессами требуют тщательной обработки собранных данных и предварительной оценки всех возможных внутренних и внешних воздействий, которые могут повлиять на бесперебойную работу бизнес-процесса и предприятия в целом.

**Ключевые слова.** Моделирование бизнес-процессов, оптимизация грузовых операций, оптимизация работы с клиентами, реинжиниринг бизнес-процессов.

В качестве инструментов описания бизнес-процессов, проведения функционально-стоимостного анализа, проверки правильности принимаемых решений, оценки эффективности организационной структуры предприятия, оценки временных характеристик протекающих процессов и ресурсных свойств элементов бизнес-процессов широко используются методы структурного анализа и динамического имитационного моделирования.

Выделим ряд признаков, необходимых для анализа бизнес-процессов предприятия. Одним из признаков любого бизнес-процесса является его иерархическая структура. Это означает, что бизнес-процесс состоит из взаимозависимых бизнес-функций, которые, в свою очередь, могут быть разделены на подфункции на более низком уровне и так далее до самого низкого уровня. Таким образом, архитектура бизнес-процесс складывается из компонентов и иерархических отношений между бизнес-функциями, а особенности системы обусловлены отношениями взаимодействиями между ее частями. В связи с этим, иерархическая система может быть разделена на явно идентифицируемые части, что дает возможность в большей степени независимо изучать каждую часть такой системы. Поэтому метод моделирования, используемый для описания бизнес-процессов, должен быть основан на иерархическом представлении системы от общего к частному – от одного уровня, представляющего систему в целом к более детализированным диаграммам, на которых представлено функционирование отдельных подсистем [1-2].

Возможность иерархического представления бизнес-процессов заложена в структурном анализе. Сущность структурного анализа заключается в том, что при описании и анализе предприятия, его деятельность декомпозируют на отдельные бизнес-процессы. Бизнес-процессы разбиваются на бизнес-функции, которые в свою очередь делятся на бизнес-операции, подразделяемые на задачи и так далее. Процесс разбиения продолжается вплоть до конкретных процедур. При этом предприятие сохраняет целостное представление, в котором все составляющие компоненты взаимосвязаны.

Наиболее распространенные методологии структурного анализа базируются на ряде общих принципах системного анализа. В качестве двух базовых принципов системного анализа и структурного анализа, которые являются основополагающими при разработке моделей, используются следующие:

## • Технические науки

---

1. Принцип решения сложных проблем путем их разбиения на множество меньших независимых задач, легких для понимания и решения.

2. Принцип иерархического упорядочивания, т.е. организации составных частей проблемы в иерархические древовидные структуры с большей детализацией на каждом уровне.

Выделение двух базовых принципов не означает, что остальные принципы являются второстепенными, среди этих принципов можно выделить следующие:

- принцип абстрагирования заключается в выделении существенных аспектов системы и отвлечения от несущественных;

- принцип формализации заключается в необходимости строгого предметно-ориентированного подхода к решению проблемы;

- принцип непротиворечивости заключается в обоснованности и согласованности элементов системы;

- принцип структурирования данных заключается в том, что данные должны быть типизированы, строго структурированы и иерархически организованы.

Также отличительным признаком любого бизнес-процесса является наличие входных и выходных параметров (потоков):

- входными параметрами могут выступать заявки, заказы клиентов, распоряжения и приказы начальства, детали, предназначенные к сборке, данные о текущем состоянии дел, деловая информация.

- выходными параметрами могут являться отчеты, планы, сметы, оформленные договора, готовые изделия, собранные данные, информация.

Для описания входных и выходных параметров бизнес-процесса подходят любые средства, используемые в структурном анализе. Для анализа этих параметров необходимо, чтобы в применяемом подходе существовало возможность задавать вероятностные и детерминированные характеристики потоков, определять структуру потоков, однородность и неоднородность потоков, приоритетность потоков, что особенно важно при формировании входных параметров. Кроме того, необходимы средства, позволяющие определить по имеющимся статистическим данным вероятностные законы поступления входных данных в систему и параметры обрабатывающих процессов. Такие возможности реализуются в средствах динамического имитационного моделирования. В настоящее время существуют языки моделирования высокого уровня, поддерживающие такие функции и основанные на использовании основных принципов объектно-ориентированного подхода [3].

Основываясь на проведенном анализе, основными проблемами при исследовании деятельности предприятия являются:

1. Сложность адекватного описания бизнес-процессов, происходящих на предприятии, при помощи формальных средств и существующих методологий.

2. Сложность проведения полного анализа деятельности предприятия на основании построенных моделей.

3. Сложность выдачи эффективных рекомендаций по оптимизации деятельности предприятия, которая может включать в себя реорганизацию оргштатной структуры, изменение содержания и маршрутов документопотоков, оптимальное распределение ресурсов и другие мероприятия.

Еще одной из важных проблем в применении бизнес-процессов на предприятиях железнодорожного транспорта в условиях взаимодействия всех подразделений возникает проблемы риска:

1. Риск невыполнения участниками процесса своих обязательств в следствие нарушения пунктов регламентов;

2. Риск некачественного выполнения участниками процесса своих обязательств;

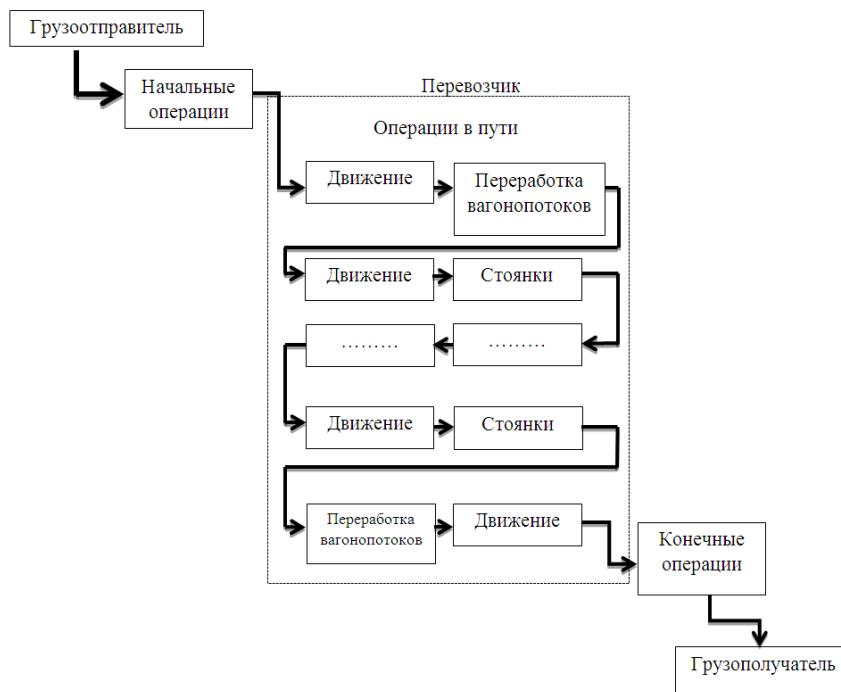
3. Риск «зависания» бизнес – процесса тупиковых точках, в результате чего требуется волевое решение вышестоящего руководителя о перезапуске при ограниченном времени до погрузки.

Многие существующие схемы бизнес-процессов на железнодорожном транспорте имеют множество тупиковых пунктов, не связанных взаимосвязями с другими альянтами или иерархическими уровнями. Клиент же, как тупиковое обременение для железнодорожного транспорта может получить решение об отказе в перевозке, в течение рассматриваемого периода времени  $n$  раз, так как отказ может произойти как на уровне агента, так и линейного агентства, и регионального представительства. Каждый «отказной цикл» отодвигает срок начала грузовых операций в среднем на 2-3 дня, в результате критический груз в итоге покидает сферу железнодорожных перевозок. В случае, если клиент сохранялся, то работа с ним для станции часто принимает характер спонтанной проблемы, когда начальник станции должен в сжатые сроки обеспечить его подвижным составом и т.п.

Такое положение в конечном итоге приводит к необоснованным отказам от перевозки, снижению планов по вывозу груза, нерациональной загрузке грузовых фронтов, что вносит дополнительный стохастический элемент в работу грузовых железнодорожных станций, и срывает нормативные точки отправления графиковых поездов.

Технологические особенности организации бизнес-процессов в транспортной цепи на железнодорожном транспорте представлено в соответствии с рисунком 1.

На рисунке 1 представлен грузовой железнодорожный терминал с применением процесса управления перевозкой осуществляющий начальные и конечные операции (погрузка и выгрузка грузов).



**Рис. 1.** Обобщенная схема транспортной цепи на железнодорожном транспорте

На основании рисунка 1 подробнее рассмотрим бизнес-процессы на грузовом фронте с позиций процессного подхода и анализа добавленной стоимости. Таким образом, грузовой фронт по своим особенностям как системы управления, при позиционировании на транспортном рынке занимает промежуточное положение между услугой и производственным объектом, оставаясь при этом частью транспортной системы. Бизнес-процессы на грузовом фронте генерируют затраты, которые делятся на затраты на начально-конечные операции и затраты на перемещение (движение) наглядно представлено на рисунке 2.

Основные бизнес-процессы второго ранга, происходящие на грузовом фронте, могут быть представлены в следующем виде:

- процесс переработки материального грузопотока. Входным узлом процесса выступает множество, включающее в состав параметры: масса груза, род груза, физические свойства груза. Выходной точкой процесса выступает масса переработанного груза, потери. По классификации бизнес-процессов этот процесс относится первичным;

- процесс обработки сопроводительной информации. На входной узел в этом процессе поступают информационные поля заявки, на перевозку грузов, выход процесса представляет собой сформированный фрагмент натурного листа грузового поезда;

- процесс формирования добавленной стоимости. Как известно, оборудование, задействованное на грузовом фронте, переносит свою стоимость частями на продукцию, т.е. на материальный поток. Также расходуются оборотные средства. С учетом того, что затрачиваются трудовые ресурсы, можно сделать вывод о том, что грузовой фронт, участвуя в цепи поставки продукции, увеличивает конечную стоимость продукции, не меняя ее физических свойств.

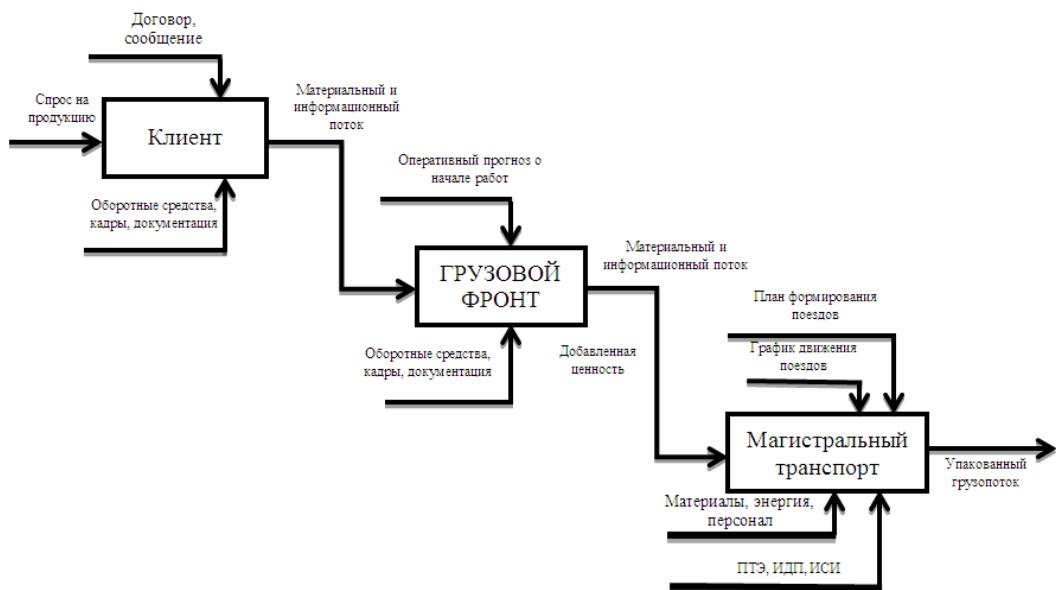


Рис. 2. Схема бизнес-процесса грузовых перевозок

С учетом целей и задач настоящего исследования, а также в связи с тем, что выполнить локальную оптимизацию погрузочно-разгрузочных работ легче, чем перестроить план формирования и график движения поездов основной акцент будет сделан на исследование начально-конечных, операций. При этом ключевым процессом будет работа с заявками на перевозку грузов, новая схема которого представлена на рисунке 3.

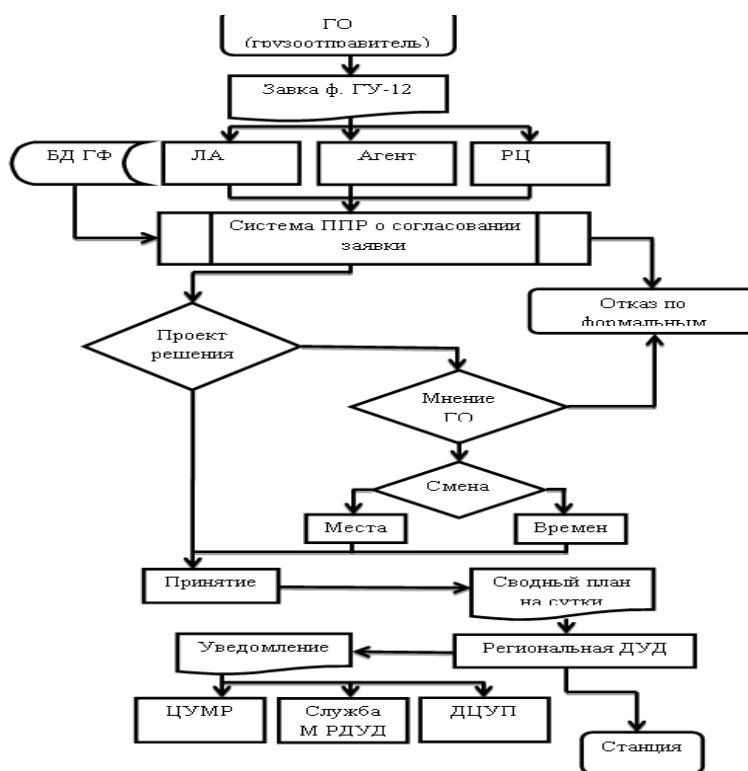


Рис. 3. Принципиальная схема бизнес-процесса работы с заявками

Примечание: ГО – грузоотправитель, БД ГФ – база данных грузовых фронтов, СО – система обслуживания, ЛА – линейно агентство, РЦО - региональный центр обслуживания, ППР – поддержка принятия решения; ЦУМР – центр управления местной работой, ДУД – дирекция управления движением, ЦДУД – центральная ДУД, РДУД – региональная ДУД, Служба М – обозначение службы коммерческой работы в сфере грузовых перевозок, ДЦУП – дорожный, центр управления перевозками.

Реинжиниринг бизнес-процессов погрузки грузов, а также согласования заявок на перевозку грузов, предлагаемый на основе системы автоматического распределения работы грузовых фронтов, позволит сократить число циклических операций по пересогласованию отклоненных заявок которые, возникают на уровне агентов, линейных агентств, региональных представительств, а также адресно привязать распределенные по фронтам заявки и конкретной железнодорожной станции. Это позволит поменять статус обслуживания такой информации в службах коммерческой работы в сфере грузовых перевозок «согласования» на «уведомление» [4-5].

Таким образом, из анализа бизнес-процессов и предлагаемой схемы (рисунок 3) их оптимизации следует, что система принятия решений о перевозке грузов, которая составляет так называемый «интерактивный интерфейс» грузового фронта, должна обладать следующими признаками:

1. Должна отличаться многовариантностью планирования в зависимости, как от характеристик грузовых фронтов, так и от заявок клиента.

2. Должна нивелировать риски взаимодействия между подразделениями счет равной доступности итоговой информации о принятых заявках для подразделений, как системы фирменного транспортного обслуживания, так и системы организации движения.

3. Быть по возможности гибкой и представлять собой унифицированную модель решений на всех иерархических уровнях железнодорожного транспорта.

При исследовании бизнес-процессов предприятия используются ряд моделей, описывающих предметную область. В связи с этим, возникает необходимость в более подробном рассмотрении роли таких моделей при моделировании бизнес-процессов на железнодорожных станциях.

**Вывод.** В качестве инструментов описания бизнес-процессов, проведения функционально-стоимостного анализа, проверки правильности принимаемых решений, оценки эффективности организационной структуры предприятия, оценки временных характеристик протекающих процессов и ресурсных свойств элементов бизнес-процессов широко используются методы структурного анализа и динамического имитационного моделирования.

Положительное, свойство бизнес-инжиниринга заключается в том, что это не революция, это – эволюция, поскольку новые процессы – это те же люди, функции, но в новой композиции/комбинации, с более эффективными методами работы и, соответственно, с новым качественным ростом, который сложно не заметить.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем / Н.Б. Кобелев. – М.: Дело, 2013. – 336 с.
- [2] Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н. Колмогоров. – М.: Наука, 1997. – 304 с.
- [3] Еловой И.А. Экономическая оценка транспортно-технологических систем доставки продукции // Бюллетень транспортной информации. – М., 2010. – № 6 (60). – С. 33-39
- [4] Семененко А.И., Сергеев В.И. Логистика. Основы теории: Учебник для вузов. – СПб.: Союз, 2013. – 544 с.
- [5] Кизим А.А. Концепция построения региональной транспортно-логистической системы: вопросы теории и практики: Монография. – Краснодар: Куб. гос. ун-т, 2014. – 658 с.

Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Немасиова А.Н., Сарбаев С.Ш., Нуржабаев М.М.

#### Бизнес-ұдерістерді зерттеу мәселелері

**Түйіндеме..** Бизнес-процестердің алуан түрлілігі, құрылымның біртектілігі, функциялар күрделілігі және бизнес-процестер арасындағы өзара іс-қимыл жиналған деректерді мұқият өңдеуді және бизнес-процестің және жалпы кәсіпорынның үздіксіз жұмысына әсер етуі мүмкін барлық мүмкін ішкі және сыртқы әсерлерді алдын ала бағалауды талап етеді.

**Кілт сөздер.** Бизнес-процестерді модельдеу, жүк операцияларын онтайландыру, клиенттермен жұмысты оңтайландыру, бизнес-процестерді реинжинирингтеу.

**ANALYSIS OF 4G AND 5G TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT  
OF INFORMATION SECURITY**

**Conclusion.** With the development of mobile networks and their adaptation to new types of devices and services – from smart meters, automobiles and household appliances to industrial facilities – new and most diverse requirements are being put forward to these networks. Therefore, the “one technology for all” approach is unlikely to be effective in meeting a growing number of needs from business, society, and individual users. Technology will continue to evolve, increasing productivity and increasing capabilities. The new mobile network would not be new if it were not fundamentally different from the existing ones. One of the fundamental differences is that 5G operates in a different radio frequency range in order to achieve goals that 4G cannot handle.

**Keywords:** eMBB broadband access, massive inter-machine communications, ultra-reliable ULLRC low latency communications.

**К. Мараткызы<sup>1</sup>. О.В. Киселева<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Satpayev University, Almaty, Kazakhstan. <sup>2</sup>Университет Туран)

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ 4G И 5G В КОНТЕКСТЕ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Аннотация:** С момента своего появления сети мобильной связи непрерывно эволюционировали; возникли новые типы пользовательских устройств – смартфоны и планшеты. Возможности, которые предоставляют мобильные технологии, уже давно вышли за рамки голосовых услуг: мы получили новые способы общения и обмена данными. Неудивительно, что распространение мобильных устройств привело к экспоненциальному росту трафика в сетях по всему миру. Однако это только начало той революции, которую приближает активное развитие технологий, соединяющих общество.

**Ключевые слова:** широкополосный доступ еMBB, массивные межмашинные коммуникации, сверхнадёжные коммуникации с низкой задержкой ULLRC.

С развитием мобильных сетей и их адаптацией к новым типам устройств и услуг – от интеллектуальных электросчетчиков, автомобилей и бытовых приборов до промышленных объектов – к этим сетям выдвигаются новые и самые разнообразные требования. Поэтому подход "одна технология для всех" вряд ли может быть эффективным для удовлетворения растущего числа потребностей со стороны бизнеса, общества и отдельных пользователей. Технологии продолжат свое развитие, наращивая производительность и увеличивая возможности.

Новая мобильная сеть не была бы новой, если бы фундаментально не отличалась от существующих. Одно из принципиальных отличий в том, что 5G работает в другом диапазоне радиочастот, чтобы достичь целей, с которыми не справляется 4G[1].

Высокие частоты хороши по многим причинам, одна из наиболее важных — они способны обеспечить высокую емкость сети и большие скорости передачи. Высокочастотные диапазоны пока что не перегружены существующей сотовой связью и в будущем смогут обеспечить растущие требования к пропускной способности сети[2]. Кроме того, передача сигналов на крайне высоких частотах характеризуется четкой направленностью, поэтому радиосигналы в этом диапазоне могут передаваться параллельно с работой других беспроводных устройств, не вызывая при этом интерференцию. 4G работает на частотах ниже 6 ГГц, в то время как 5G использует крайне высокие частоты в диапазоне от 30 ГГц до 300 ГГц.

В свою очередь вышки 4G излучают сигнал во всех направлениях, иногда расходуя впустую энергию и мощность на излучение радиоволн в зоны, где подключение не требуется. 5G передает данные на более коротких волнах, а это значит, что антенны могут быть гораздо меньше используемых сейчас, и в то же время обеспечивают более точную регулировку направленности. Поскольку одна базовая станция может вмещать больше направленных антенн, 5G будет поддерживать количество подключенных устройств на метр на 1000 больше, чем 4G. Это значит, что, когда сети 5G станут широко доступны, данные будут передаваться на крайне высоких скоростях большему количеству пользователей[3]. Точность передачи возрастет, а задержки будут минимальны. У высоких частот есть и свои минусы. Крайне высокие частоты передают сигнал в пределах прямой видимости между

антенной и приемным устройством. Более того, радиоволны этого диапазона сильно затухают при передаче на дальние расстояния, потому что их энергия поглощается гидрометеорами (дождь, туман, снег) и другими объектами.

По этим причинам расположение антенн в сетях 5G должно быть тщательно спланировано. Возможно, это будут маленькие антенны в каждой комнате или здании или большие, расположенные по всему городу. Может даже оба эти типа. Скорее всего, придется использовать много ретрансляторов, передающих радиоволны как можно дальше, чтобы обеспечить поддержку 5G на большом расстоянии[4].

Еще одно различие между 5G и 4G состоит в том, что сети 5G легко адаптируются к разным типам передаваемого контента и способны переключаться в режим пониженного энергопотребления, когда не используются или когда какое-то устройство работает на низких скоростях, а затем переключаться на более высокую мощность для доставки таких услуг, как, например, HD видео стриминг.

Архитектура сети 5G разрабатывается для поддержки обмена всевозможными данными и предоставления различных услуг с использованием таких технологий как, сетевая виртуализация (NFV - Network Function Virtualization) и программно-определенные сети (SDN - Software Defined Networking).

Основными "фишками", характеризующими сеть мобильной связи пятого поколения являются:

- сверхширокополосный мобильный доступ (enhanced Mobile Broadband, eMBB),
- ультранадежная связь с низкими задержками (Ultra-Reliable and Low Latency Communications, URLLC),
- массовое подключение различных датчиков и устройств из мира "Интернета вещей" (massive Machine Type Communications, mMTC).

Ключевые принципы архитектуры сети 5G заключаются в следующем[2]:

- разделение сетевых узлов на элементы, обеспечивающие работу протоколов «плоскости пользователя» (UP - User Plane) и элементы, обеспечивающие работу протоколов «плоскости управления» (CP - Control Plane), что значительно увеличивает гибкость в части масштабирования и развертывания (допуская централизованное и децентрализованное размещение отдельных составляющих сетевых узлов);
- разделение сетевых элементов на сетевые слои (Network Slicing), основываясь на услугах, предоставляемых конкретным группам конечных пользователей;
- реализация сетевых элементов в виде виртуальных сетевых функций - VNF (Virtual Network Functions);
- поддержка одновременного доступа к централизованным и локальным службам, что позволяет реализовывать концепции облачных (fog computing) и пограничных (edge computing) вычислений;
- определение конвергентной архитектуры, объединяющей различные типы сетей доступа (AN - Access Network) - 3GPP (New Radio - NR) и не 3GPP (WiFi и пр.) с единой опорной сетью (CN - Core Network);
- поддержка единых алгоритмов и процедур аутентификации (вне зависимости от типа сети доступа);
- поддержка сетевых функций без сохранения состояния (stateless), где вычислительный ресурс отделен от ресурса хранения;
- поддержка роуминга с маршрутизацией трафика как через домашнюю сеть (Home routed), так и с локальным приземлением (Local breakout) в гостевой сети (VPLMN)[2].

В архитектуре 5G взаимодействие между сетевыми функциями представлено двумя способами:

- сервис-ориентированное, когда одни сетевые функции (например, AMF) позволяют другим авторизованным сетевым функциям получать доступ к их сервисам.
- интерфейсное, которое показывает какое взаимодействие существует между сервисами сетевых функций, описанных как взаимодействие точка-точка (например, интерфейс N11) между любыми двумя сетевыми функциями (например, AMF и SMF). Сетевые функции на плоскости управления 5G должны использовать только сервис-ориентированные интерфейсы для их взаимодействия.

Сети 5G значительно расширяют ограниченный функционал мобильных сетей предыдущих поколений[3]. Основными функциональными особенностями сетей 5G являются следующие:

- Усовершенствованный мобильный широкополосный доступ eMBB (enhanced MBB);
- Сверхнадежные коммуникации с низкой задержкой ULLRC (Ultra Low Latency Reliable Communication);

- Массивные межмашинные коммуникации Massive, mMTC (massive Machine Type Communication).

На основе этих трёх генерализованных видов функционала строится всё многообразие услуг и возможностей сетей IMT2020 (5G), наиболее характерные из которых показаны на рисунке 1.



Рис. 1. Услуги и возможности сети 5G

После внедрения сетей 5G они станут предоставлять широкий спектр услуг, для обеспечения функционирования внутреннего рынка, а также поддержания основных социальных и экономических функций, таких как **энергетика, транспорт, банковское дело и здравоохранение**, а также **систем промышленного контроля**. Организация выборов, также будет все больше зависеть от **цифровой инфраструктуры** и сети 5G.

В настоящее время к безопасности сетей 5G, выставлены следующие требования[2]:

- Защита доступа в сеть;
- Наличие приложений, обеспечивающих безопасную работу в сети;
- Встроенная служба безопасности;
- Передача аутентичных и целостных данных с сохранением их конфиденциальности.

Возможные слабые стороны сети 5G могут быть использованы для нарушения целостности таких услуг и цифровой инфраструктуры, что может привести к очень серьезному повреждению или краже данных или шпионажу в больших масштабах[3]. Из-за зависимости многих критически важных услуг от сети 5G последствия системного и широкого сбоя могут быть особенно серьезными. Поэтому необходимо применять надежный подход, основанный на **оценке рисков**, вместо того чтобы полагаться в основном на меры по снижению последствий этих сбоев. Безопасность сетей 5G становится все актуальнее и актуальнее.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Оссейран.А. «Технологии мобильной связи 5G: анализ и перспективы». 2013 г.-124с.
- [2] Тихвинский О.В., Терентьев С.В., Коваль В.А. «Сети мобильной связи 5G: технологии, архитектура и услуги». 2010.– 284 с.
- [3] Рыжков А.Е., Сиверс М.А., Воробьев В.О, Гусаров А.С., Шуньков Р.В. «Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMax». 2012. – 226 с.
- [4] Степутин А.Н., Николаев А.Д. «Мобильная связь на пути к 6G». 2018. – 384 с.

Киселева О.В., Мараткызы К.

**Ақпараттық қауіпсіздігі контекстіндегі 4g және 5g технологияларын талдау.**

**Түйіндеме.** Ұялы желілердің дамуы және олардың құрылышылар мен қызметтердің жана түрлеріне бейімделуімен - ақылды электр есептегіштерден, автомобилдер мен тұрмыстық техникадан бастап өнеркәсіптік нысандарға дейін - бұл желілерге жаңа және әр түрлі талаптар қойылады. Сондықтан «барлығына бір технология» тәсілі бизнестің, қоғамның және жеке пайдаланушылардың өсіп келе жатқан қажеттіліктерін қанагаттандыру үшін тиімді болуы екіталаі. Технология дамуды жалғастырады, онімділік пен мүмкіндіктердің артуы. Жаңа ұялы желі бұрынғылардан түбегейлі өзгеше болмаса, жаңа болмас еді. Ирдегі айырмашылықтардың бірі - 5G 4G орында алмайтын мақсаттарға жету үшін әртүрлі радиожиілік диапазонында жұмыс істейді.

**Түйінді сөздер:** eMBB кең жолақты қол жетімділігі, жаппай машинааралық байланыс, ультра сенімді ULLRC төмен кідіріс байланыс.

УДК 665.63: 51.001.57

B.B. Orazbayev, Zh.E. Shangitova, L.G. Kassenova,  
K.N. Orazbayeva, Sh.K. Kodanova

## MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION IN THE MANAGEMENT OF OPERATING MODES OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS WITH FUZZY INFORMATION

**Summary:** New mathematical formulations of multi-criteria optimization problems are formulated for controlling the operation modes of complex chemical-technological systems in a fuzzy environment. New statements of problems of controlling the modes of chemical-technological systems in the conditions of fuzziness of the initial information are obtained by modifying various compromise schemes for working in a fuzzy environment. The tasks of multi-criteria optimization in managing a chemical-technological system are reduced to multi-criteria tasks of fuzzy mathematical programming and, based on the modification of the maximin and Pareto principles of optimality, a heuristic method is developed for solving the formulated optimal control problem and the choice of ChTS operating modes. These results are implemented in practice in solving the problem of controlling the operating modes of a chemical process system for producing benzene at the Atyrau refinery in a fuzzy environment. Analysis and comparison of the obtained results of solving the problem allow us to conclude about the effectiveness of the proposed approach to solving control problems based on models in the context of vagueness of the initial information.

**Keywords:** fuzziness, fuzzy limitation, multicriteria optimization, chemical-technological system, optimality principle, control of the operating modes of the object.

Б.Б. Оразбаев,<sup>1</sup> Ж.Е. Шангитова,<sup>1</sup> Л.Г. Касенова,<sup>2</sup>  
К.Н. Оразбаева<sup>2</sup> Ш.К. Коданова<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нур-Сұлтан қ.,

<sup>2</sup>Қазақ Экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Қазақстан, Нур-Сұлтан қ.,

<sup>3</sup>Атырау мұнай және газ университеті, Қазақстан, Атырау қ. batyr\_o@mail.ru)

## АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН БАСҚАРУДА ҚӨПКРИТЕЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ

**Аннотация.** Айқын емес ортада құрделі химиялық-технологиялар жүйелер жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлердің көпкriterийлік оптимизациялау есептерінің жаңа математикалық қойылымдары тұжырымдалған. Бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайында химиялық-технологиялық жүйелердің жұмыс режимдерін басқару есептерінің жаңа қойылымдары айқын емес ортада жұмыс жасау үшін түрлі компромисстік схемаларды модификациялау арқылы алынған. Химиялық-технологиялық жүйелердің оптимальды жұмыс режимдерін анықтау үшін көпкriterийлік оптимизациялау есептері айқын емес математикалық программалау есептеріне келтірілген және максимин мен Парето оптимальдық принциптерін модификациялау негізінде қойылған есепті шешудің әвристикалық тәсілі жасақталған. Аталған нәтижелер айқын емес ортада Атырау мұнай өндіреу зауытындағы безол өндіру химиялық-технологиялық жүйесі жұмыс режимдерін басқару есебін шешуде практикада жүзеге асырылған. Есепті шешуде алынған нәтижелерді талдау мен салыстыру бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайында модельдер негізінде басқару есебін шешуге ұзынлыған тәсілдердің тиімділігі екени жайында қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

**Кілттік сөздер:** айқынсыздық, айқын емес шектеу, көпкriterийлік оптимизациялау, химиялық-технологиялық жүйе, оптимальдық принципі, нысан жұмыс режимдерін басқару.

**1. Кіріспе.** Бастапқы ақпараттың айқын еместігіне байланысты туындасты айқынсыздық жағдайларында құрделі химиялық-технологиялық жүйелердің (ХТЖ) жұмыс режимдерін басқару мен оптимизациялаудың перспективті және тиімді тәсілдемелерінің бірі экспертик тәсілдер [1,2] мен айқын емес жиындар тәсілдерін [3–6] қолданатын тәсілдеме жатады. Шикізатты өңдеу технологиялық процесстері жүретін және критерийлер векторы мен айқын емес ақпаратпен жиі сипатталатын мұнай өңдеу технологиялық нысандары құрделі ХТЖ-ге жатады. Сондықтан, мұнай жүйелердің жұмыс режимдерін оптимизациялау үшін басқару кезінде критерийлер векторы мен бастапқы ақпараттың айқын еместігін ескеру қажет. Мұнай есептер әдетте маман-эксперттер, шешім қабылдаушы тұлға (ШҚТ) тәжірибелері мен білімдері және бастапқы ақпараттың айқынсыздығын ескере отырып құрылған нысандар мен онда өтетін процесстердің математикалық модельдері негізінде шешілетін көпкriterийлік есептер түрінде қойылады [7]. Бұл жүйелік талдау методологиясын, ШҚТ тәжірибесі

мен білімін, шешім қабылдағанда оның басымқысын ескеретін айқын емес ортада жүйені басқару үшін көпкriterийлік оптимизациялау есептерін шешу тәсілдерінің құрылудына алып келді [8, 9].

ХТЖ математикалық модельдерін құру және оларды басқару мақсатында бастапқы айқын емес ақпаратты формализациялау мен қолдану үшін эксперttік бағалу тәсілдері мен айқын емес жиындар теориясы тәсілдерін табысты қолдануға болады. Айқынсыздық жағдайларда ХТЖ параметрлерін векторлық оптимизациялау, жұмыс режимдерін тиімді басқару үшін түрлі сипаттағы қол жетімді ақпарат негізінде нысан модельдерін құру тәсілін, айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін көпкriterийлік оптимизациялау есептерін шешутесілдерін жетілдіру қажет. Бұл бағыт қазіргі таңдағылымда және мұнай өндеу, мұнай химиясы, химиялық технология және басқа да салалардың өзекті мәселесі болып табылады.

Бұл жұмыста зерттеу нысаны ретінде Атырау мұнай өндеу зауытының (МӨЗ) бензол өндіру ХТЖ қарастырылады. Бұл ХТЖ-нің жұмыс режимдерін критерийлер векторы бойынша және айқынсыздықпен сипатталатын шектеулерін ескере отырып, тиімді басқаруды қамтамасыз ететін режимдік параметрлерінің оптимальды мәндерін анықтау қажет. Сәйкесінше, жұмыстың мақсаты зерттеу нысаны модельдері негізінде айқынсыздық жағдайда бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкriterийлік оптимизациялау есептерін математикалық қою және оларды шешудің эвристикалық алгоритмін жасақтау жатады [10].

**2. Есеп қойылымы.** Анықталған мақсатқа сәйкес келесі негізгі есеп қойылады: айқын емес орталда ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін оның параметрлерін көпкriterийлі оптимизациялау есебін формализациялау және математикалық жазбасын тұжырымдау.

$f_1(x) = f_1(x), \dots, f_m(x)$  – ХТЖ жұмыс режимін бағалайтын жеке, яғни, локалды критерийлер болсын, бұл критерийлер мәндері режимдік параметрлерге  $x = (x_1, \dots, x_n)$  байланысты болады [8, 9, 11, 12]. Бұл байланысты сипаттайтын ХТЖ математикалық модельдері тұрғызылған деп санайық. Нысанның, оның өндіретін өнім сапа көрсеткіштері келесі айқын емес  $\varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q, q = \overline{1, L}$  сипатталсын. Сонда, берілген айқын емес шектеулер талаптарын орындаі отырып, режимдік параметрлердің келтірілген оптимизациялау критерийлерінің  $f_1(x), \dots, f_m(x)$  экстремалды мәндерін қамтамасыз ететін мәндерін  $\mathbf{x}^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$  анықтау қажет. Бұл есепті шешу кезінде ШҚТ басымқыларын ескеру қажет екенін атап өтеміз.

*Есептің жалты математикалық қойылымы.* Бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін оптимизациялау мысадында айқынсыздықта формализацияланған көпкriterийлі оптимизациялау есебінің қойылымын келесідей жазуга борлады:

$$\max_{x \in X} f_i(x), i = \overline{1, m} \quad (1)$$

$$X = \{x \in \Omega, \varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q, q = \overline{1, L}\} \quad (2)$$

мұндағы  $f_i(x), i = \overline{1, m}$  – мәндері модельдер көмегімен есептелетін оптимальды басқару локалды критерийлері [11, 29, 30];  $\varphi_q(x) \tilde{\geq} b_q, q = \overline{1, L}$  – алынған (1)–(2) көпкriterийлі оптимизациялау есебінің рұқсат етілген облысын  $\Omega$  анықтайтын шектеулік функциялар, біздің жағдайда олар айқынсыздықпен сипатталады;  $b_q, q = \overline{1, L}$  – берілген сандар, олар да айқын емес болуы мүмкін.

Сонымен қойылған ХТЖ жұмыс режимдерін көпкriterийлі оптимизациялау есептерінің шешімін табу үшін,  $f_i(x), i = \overline{1, m}$  критерийлерінің экстремалды мәндерін қамтамасыз ететін және ШҚТ-ны қанағаттандыратын режимдік параметрлер векторының мәнін  $\mathbf{x}^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$  табу керек.

**3. Зерттеу нәтижелері: Айқынсыздықта ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін көпкriterийлі оптимизациялау нesbi men оны шешу эвристикалық тәсілі.**

Бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару мысалында тұжырымдалған көпкriterийлі оптимизациялау есебінде  $\varphi_1(x)$  және  $\varphi_2(x)$  шектеулері айқын емес болғандықтан, бұл шектеулерді математикалық тұдырымдау үшін айқын емес тәсілдеме қолданылған және бұл есепті шешу үшін

айқын емес ортада түрлендіріліп, бейімделген альтернативаларды көпкriterийлі оптимизациялау идеясы, компромисстік схемалар тиімді пайдаланылады.

Айқын емес ортада мұедай есептерді қою мен шешудің белгілі тәсілдерінде негізінен біркriterийлік жағдайлар қарастырылады, ШҚТ басымқысын ескеруде бейімделушілік жоқ. Сонымен қатар белгілі тәсілдерде, әдетте бастапқы айқын емес есеп оны қою кезінде  $\alpha$  деңгейлі жының көмегімен эквивалентті детерминді есептер жүйесімен ауыстырылады, ал бұл жинақталған айқын емес ақпараттың айтартылған бөлігінің жоғалтуға алып келеді [8, 13, 14], яғни есеп шешуінің адекваттығы төмендейді. Бастапқы айқын емес есептің орнына «идеалданырылған» шынайлықтан алшақтау есеп шыгарылады.

Көптеген шынайы жағдайларда ХТЖ басқаруда көпкriterийлі оптимизациялау кезінде ШҚТ үшін негізгі және үйреншікті бастапқы ақпаратқа айқын емес пайымдау және мамандардың тұжырымдауы түріндегі айқын емес ақпарат болады. Сонымен қатар бастапқы айқын емес ақпаратты айқын ақпаратқа айналдыру тиімсіз, немесе мүмкін емес болуы да жиі орын алады. Мұндай жағдайларда қарастырылған айқын емес есептерді тиімді шешу үшін адамның оптимималды шешімді қабылдау процедурасына бейімделген, есепті шешу барысында ШҚТ-ны, оның басымдығын, білімі мен тәжірибесін қолдануға негізделген эвристикалық тәсілдерді жасақтап, қолдану қажет.

Сонымен айқын емес көпкriterийлі оптимизациялау есебін, оны детерминді есептер жүйесіне түрлендірмей, айқын емес ортада қою және шешу керек. Осы мақсатта бұл жұмыста ХТЖ жұмыс режимдерін басқару кезінде көпкriterийлі оптимизациялау есептерін айқын емес ортада шешу үшін, айқын емес ақпартты максималды пайдалану бейімделген компромисстік схемалар мен олардың түрлі комбинацияларын қолданатын эвристикалық тәсілдеме ұсынылады.

Айқын емес жындар метолологиясы негізінде ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін жоғарыда келтірілген (1)–(2) көпкriterийлі оптимизациялау есебін келесідей тұжырымдаймыз. Ол үшін келесідей белгілемелер ендірейік:

$\mu_0(x) = (\mu_0^1(x), \dots, \mu_0^m(x))$  – ХТЖ жұмыс сапасын анықтайтын нормалданған  $f_i(x), i = \overline{1, m}$  критерийлер, олардың мәндері  $[0, 1]$  интервалында анықталады;  $\mu_q(x), q = \overline{1, L}$  – айқын емес  $\varphi_q(x) \geq b_q, q = \overline{1, L}$  шектеулерінің орындалуының тиістілік функциялары;  $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_m)$ ,  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_L)$  – сәйкесіншке, ШҚТ ендіретін және критерийлер мен шектеулердің өз-ара маңыздылықтарын анықтайтын салмақтық векторлар.

Түрлі компромисстік схемаларды айқын емес ортада жұмыс жасаудың қамтамасыз ету үшін бейімдеу арқылы ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда көпкriterийлі оптимизациялау есептерінің түрлі қойылымдарын көпкriterийлі айқын емес оптимизациялау, яғни айқын емес математикалық программалау есебі ретінде қоюға және оларды шешу тәсілдерін құруға болады [9, 30, 15].

Оптималдық принциптерінің басқа комбинациясын, атап айтқанда, *максимин* (критерийлер үшін) және *Парето оптималдық* (шектеулер үшін) принциптерін ХТЖ жұыс режимдерін басқаруда көпкriterийлік оптимизациялау есебін қою мен шешуде қолданайык:

$$\max_{x \in X} \mu_0^1(x), \quad (3)$$

$$X = \left\{ \arg \max_{x \in \Omega} \min_{i \in I_0} (\gamma_i \mu_0^i(x)) \wedge \arg \max_{x \in \Omega} \sum_{q=1}^L \beta_q \mu_q(x) \wedge \right. \\ \left. \wedge \sum_{q=1}^L \beta_q = 1 \wedge \beta_q \geq 0, I_0 = \{2, \dots, m\}, q = \overline{1, L} \right\} \quad (4)$$

(3)–(4) есебінде басымқысы 1 болатын басты критерий максимизацияланады, қалған локалды критерийлер максимин принципі (ММ) бойынша шектеулер құрамына ендіріледі, ао айқын емес шектеулер Парето оптималдық (ПО) принципі негізінде ескеріледі. Алынған (3)–(4) есебін шешу үшін келесі эвристикалық тәсіл ұсынылады:

*ММ+ПО тәсілі:*

1. ШКТ көмегімен локалды критерийлерге салмақ коэффициенттері анықталады:

$$\mu_0^i(x), i = \overline{1, m}, \gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_m), \sum_{i=1}^m \gamma_j = 1, \gamma_i \geq 0.$$

2. ШКТ қатысуымен шектеулерге салмақ коэффициенттері анықталады:  $\mu_q(x), q = \overline{1, L}$ :

$$\beta = (\beta_1, \dots, \beta_L), \sum_{q=1}^L \beta_q = 1, \beta_q \geq 0, q = \overline{1, L}.$$

3. Эр  $q$ -ші координатаға қадам сандары беріледі:  $p_q, q = \overline{1, L}$ .

5.  $\beta_q$  векторы координаталыр өзгеру үшін  $h_q = \frac{1}{p_q}, q = \overline{1, L}$  өрнегі бойынша қадамдар шамасы есептеледі.

6.  $[0,1]$  интервалында координаттарды  $h_q$  қадамымен өзгерте отырып  $\beta^1, \beta^2, \dots, \beta^N$ ,  $N = (p_1 + 1) \times (p_2 + 1) \times \dots \times (p_L + 1)$  салмақ векторлары жиынтығы анықталады.

7. ШКТ, экспертер қатысуымен терм-жиын мен айқын емес шектеулердің  $\mu_q(x), q = \overline{1, L}$  орындалуының тиістілік функциялары анықталады.

8. ХТЖ моделі негізінде басты (бірінші) критерийді  $\max_{x \in X} \mu_0^1(x)$  (3)  $X$  жиынтығында (4) максимизациялау есебі шешіледі. Ағымдағы шешімдер: режимдік параметрлер мәндері  $x(\gamma, \beta)$ ; критерийлер мәндері  $\mu_0^1(x(\gamma, \beta)), \dots, \mu_0^m(x(\gamma, \beta))$  және айқын емес шекитеулердің орындалуы денгейлері  $\mu_1(x(\gamma, \beta)), \dots, \mu_l(x(\gamma, \beta))$  анықталады.

9.ШКТ алынға ағымдағы шешімдерді талдайды. Егер ағымдағы шешімдер ШКТ-ны қанағатандырmasa, ол шешімді жақсарту мақсатында  $\gamma_1, \dots, \gamma_m$  және/немесе  $\beta_1, \dots, \beta_L$  салмақ коэффициенттерін өзгертеді және кері 3-ші пункте оралу орындалады. Басқаша жағдайда келесі 10-шы пунктке ету.

10. Шешімді іздеу тоқтатылып, оптимальды, яғни ШКТ тандаған, оны қанағаттандырған, ХТЖ жұмыс режимін оптимальды басқаруды қамтамасыз етітін шешімдер: локалды критерийлердің ең тиімді мәндерін  $\mu_0^1(x^*(\gamma, \beta)), \dots, \mu_0^m(x^*(\gamma, \beta))$  және айқын емес шектеулердің максималды орындалуы денгейлерін  $\mu_1(x^*(\gamma, \beta)), \dots, \mu_L(x^*(\gamma, \beta))$  қамтамасыз ететін режимдік (басқару) параметрлерінің оптимальды мәндері  $x^*(\gamma, \beta)$  шыгарылады.

Сонымен, айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлерді көпкriterийлі оптимизациялау есептерінің түрлі қойылымдары алынған. Түрлі оптимальдық принциптер (максимин және Парето оптимальдық) және айқын емес жиындар тәсілдері негізінде жаңа ММ+ПО эвристикалық тәсілі құрылған.

**4. Нәтижелерді қолдану және талқылау.** ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда көпкriterийлік оптимизациялау есебін шешудің ұсынылған тәсілдемен практикада жүзеге асыру мысалы ретінде Атырау МӘЗ бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін басқару есебінің қойылымы мен шешімін қарастырайық. Жоғарыда келтірілген зерттеу нәтижелерін қолдана отырып және максимин мен Парето оптимальдық тәсілдерін айқынсыздыққа модификациялау негізінде бензол өндіру ХТЖ жұмыс режимдерін көпкriterийлік оптимизациялау есебін келесідей формализациялап, қоюға болады. Келесі белгілемелер ендірейік:  $\mu_0(x) = (\mu_0^1(x), \mu_0^2(x), \mu_0^3(x))$  – бензол өндіру ХТЖ-нің өнімдерінің шығысын бағалайтын нормалданған, мәні  $[0,1]$  интервалиында болатын критерийлер, атап атқанда:  $\mu_0^1(x)$  – бензол шығысы;  $\mu_0^2(x)$  – рафинат шығысы;  $\mu_0^3(x)$  – ауыр ароматика шығысы;  $\mu_1(x), \mu_2(x)$  – айқын емес  $\varphi_q(x) \tilde{>} b_q, q=1,2$  орындалуын сипаттайтын тиістілік функциялары;  $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3)$  және  $\beta = (\beta_1, \beta_2)$  – критерийлер мен шектеулердің өз-ара маңыздылықтарын бейнелейтін салмақ векторлары.

Сонда бензол өндіру ХТЖ басқаруда режимдік параметрлердің оптимальдық мәндерін анықтау есебінің математикалық қойылымын оптимизациялау (3)–(4) есебі негізінде келесідей жазуга болады:

$$\max_{x \in X} \mu_0^1(x), \quad (5)$$

$$X = \{ \arg \max_{x \in \Omega} \min_{i \in I_0} (\gamma_i \mu_{0R}^i(x)) \wedge \arg \max_{x \in \Omega} \sum_{q=1}^2 \beta_q \mu_q(x) \wedge \\ \wedge \sum_{q=1}^2 \beta_q = 1 \wedge \beta_q \geq 0, I_0 = \{2,3\}, q = \overline{1,2} \} \quad (6)$$

(5)–(6) есебінің қойылымында:  $\wedge$  –логикалық «және» белгісі, ол байланысқан барлық тұжырымдамалар ақиқат болу керектігін білдіреді;  $\mu_{0R}^i$  – ШКТ көмегімен  $\mu_0^i(x)$ ,  $i = 2, 3$  критерийлеріне ендірілген шектемелер. Локалды критерийлердің  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  және шектеулердің  $\beta_1, \beta_2$  салмақ коэффициенттерінің мәндерін өзгерте отырып, (5)–(6) есебі шешімдер жинағын аламыз, олардың арасынан ШКТ шектеулер талаптарын орындаі отырып, критерийлердің максималды мәндерін қамтамасыз ететін режимлік параметрлердің оптимальды мәндерін  $x^*(\gamma, \beta)$  таңдайды.

Бензол ХТЖ жұмыс режимдерін векторлар критерийі бойынша оптимизациялаудың қойылған есебін (5)–(6) шешу үшін модификацияланған *максимин* (*ММ*) және *Парето оптимальдық* (*ПО*) тәсілдері комбинациясын қолданамыз.

(5)–(6) есебін шешу үшін жоғарыла келтірілген ММ+ПО эвристикалық тәсілін нақтыладап қолданамыз.

1. ШКТ қатысуымен  $\mu_0^i(x)$ ,  $i = \overline{1,3}$  локалдық критерийлер салмақ коэффициенттерінің мәндері

анықталып, ендірілді –  $\sum_{i=1}^3 \gamma_i = 1$ ,  $\gamma_i \geq 0$ ,  $i=1,2,3$ :  $\gamma = (0.7, 0.2, 0.1)$ ,

2. ШКТ, экспертер көмегімен шектеулер  $\mu_q(x)$ ,  $q = \overline{1,3}$  үшін салмақ коэффициенттері мәндері анықталды –  $\sum_{q=1}^2 \beta_q = 1$ ,  $\beta_q \geq 0$ ,  $q=1,2$ :  $\beta = (0.7, 0.3)$ ,

3.  $p_q$ ,  $q = 1,2$  координаттары бойынша ШКТ қадамдар санын ендірді:  $p_1=5$ ;  $p_2=2$ .

4.  $\beta_q$  салмақ векторы координаттарын өхзгерту үшін Вычислены  $h_q = \frac{1}{p_q}$ ,  $q = \overline{1,2}$  формуласы

бойынша қадамдар шамасы есептелді:  $h_1 = \frac{1}{p_1} = \frac{1}{5} = 0,2$ ;  $h_2 = \frac{1}{p_2} = \frac{1}{2} = 0,5$ .

5.  $h_q$ ,  $q=1,2$  қадамымен  $[0,1]$  кесіндісінде координаттарды өзгерте отырып  $\beta^1, \beta^2, \dots, \beta^N$ ,  $N=(5+1)\times(2+1)=18$  салмақ векторлары анықталды.

7.  $\mu_q(x)$ ,  $q=1,2$  айқын емес шектеуледрі сипаттайтын терм-жиын анықталып, тиістілік функциялары тұрғызылды. Есеп екі айқын мес шектелермен сипатталады: «бензолдың орташа октандық саны  $\tilde{\geq} 102$ » және «бензол құрамындағы құқірттің үлесі  $\tilde{\leq} 0,00005\%$ ». Бұл айқын емес шектелерді сипаттау үшін келесі терм-жиын анықталған:  $T(X, Y) = \{төмен, орташа, орташадан жоғары, жоғары\}$ . Келтірілген С применением приведенного терм-множества  $T(X, Y)$  терм-жиын негізінде, айқын емес шектеулердің орындалу деңгейлерін спаттайтын келесі тиістілік функциялары тұрғызылған:

$$\mu_1^1(x) = \exp((0.5 | y_4 - 97 |) 0.60 |);$$

$$\mu_1^2(x) = \exp((0.5 | y_4 - 100 |) 0.55 |);$$

$$\mu_1^3(x) = \exp((0.5 | y_4 - 102 |) 0.50 |);$$

$$\begin{aligned}\mu_1^4(x) &= \exp((0.5 | y_4 - 104) 0.55 |); \\ \mu_1^5(x) &= \exp((0.5 | y_4 - 107) 0.60 |); \\ \mu_2^1(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000005) 0.15 |); \\ \mu_2^2(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000020) 0.12 |); \\ \mu_2^3(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000050) 0.10 |); \\ \mu_2^4(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000080) 0.12 |); \\ \mu_2^5(x) &= \exp((0.3 | y_5 - 0.000100) 0.15 |);\end{aligned}$$

мұндағы  $\mu_i^p(x)$ ,  $\mu_2^p(x)$ ,  $p = \overline{1,5}$  – әр  $p$  кванттың үшін айқын емес шектеулердің орындалуын сипаттайтын тиестілік функциялары: бензолдың орташа октандық саны  $\mu_1^p(x)$ ; бензол құрамындағы күкірт үлесі  $\mu_2^p(x)$ ;  $y_4$  және  $y_5$  –  $\alpha$  деңгейліжиның негізінде алынған бензол сапасының сандық мәндері; қалған коэффициенттер, сәйкесінше, айқынсыздық деңгейін (0,5; 0,3), таңдалған термге ең сәйкес келетін айнымалыны 97; 100; 102 т.б.), және тиестілік функциясын аппроксимациялау үшін қолданатын параметрді (0,60; 0,55; 0,50 т.б.) сипаттайды.

8. Локалды критерийлердің режимдік параметрлерге  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  байланысын сипаттайтын ХТЖ модельдері мен айқын емес шектеулер негізінде  $\max_{x \in X} \mu_0^1(x)$  (5) есебі  $X(6)$  жиынында шешілген.

Критерии  $X$  жиынында 1-ші пункте анықталған маңыздылық коэффициенттерін ескере отырып максимизацияланған. Ағымдағы шешімдер анықталған:  $x(\gamma, \beta)$  – режимдік параметрлер мәндері және оларға сәйкес келетін локалды критерийлер мәндері  $\mu_0^1(x(\gamma, \beta)), \mu_0^2(x(\gamma, \beta)), \mu_0^3(x(\gamma, \beta))$  және айқын емес шектеулердің орындалу дюенгейлері  $\mu_1(x(\gamma, \beta)), \mu_2(x(\gamma, \beta))$ . Бұл жерде қойылған есепті шешуге ең тиімді тәсілді қолданған дұрыс, біздің жағдайда айқынсыздыққа бейімделген айыппул функциясы тәсілі қолданылған.

9. Алынған шешімдер ШҚТ-ға ұсынылған. Егер ағымдағы шешімдер ШҚТ-ны қанағатандырmasa, ол шешімді жақсарту максатында  $\gamma_1, \dots, \gamma_m$  және/немесе  $\beta_1, \dots, \beta_L$  салмақ коэффициенттерін өзгертеді және 3-ші пунктке оралады. Егер ШҚТ алынған шешімдерге қанағаттанса, келесі пунктке өту орындалады. Біздің жағдайда ШҚТ оны қанағаттандыратын шешімді 5-ші циклден кейін твиңап алды, бұл оптимальды шешімдер кесте 1-ге енгізілген.

10. Шешім іздеуді тоқтату, ШҚТ қанағаттанған және бензол өндіру ХТЖ оптимальды жұмыс режимін қамтамасыз ететін шешімдер шығарылады:  $x_1^*(\gamma, \beta), x_2^*(\gamma, \beta), x_3^*(\gamma, \beta), x_4^*(\gamma, \beta), x_5^*(\gamma, \beta)$  – режимдік паракметрлердің оптимальды мәндері;  $\mu_0^1(x^*(\gamma, \beta)), \mu_0^2(x^*(\gamma, \beta)), \mu_0^3(x^*(\gamma, \beta))$  – локалды критерийлердің максималды мәндері және  $\mu_1(x^*(\gamma, \beta)), \mu_2(x^*(\gamma, \beta))$  – айқын емес шектеулердің орындалуының максималды деңгейлері (кесте 1 қараңыз).

**Кесте 1. Детрминді тәсіл және ұсынылған эвристикалық тәсіл бойынша ХТЖ жұмыс режимін оптимизациялау нәтижелерін салыстыру**

№	Критерийлер және шектеулер және режимдік параметрлер	Детрминді тәсіл [16]	Ұсынылған тәсіл
1.	Бензолдық колонна шығысындағы бензол, мың.тн – критерий $y_1$ ;	133	134,1
2.	Бензольдвқ колонна шығысындағы рафинат, мың.тн – критерий $y_2$ ;	82	82,4
3.	Ректификациондық колонна шығысындағы ауыр ароматика шығысы, мың.тн – критерий $y_3$ ;	450	450
4.	Айқын емес шектеу орындалуы тиестілік функциясы «Бензолдың орташа октандық саны кем болмау керек $\tilde{\geq} 102$ » – $\mu_1(x^*(\beta))$ ;	–	1.0

5.	Aйқын емес шектеу орындалуы тиістілік функциясы «Бензол құрамындағы күкірт құрамы артық болмау керек $\tilde{\leq} 0,00005\%$ » – $\mu_2(x^*(\beta))$ ;	–	1.0
6.	Режимдік параметрлердің оптимальды мәндері $x_1^*$ - шикізат, реформата кірісі; мың.тн; $x_2^*$ - бензолдық колоннадағы температура, °C; $x_3^*$ - бензолдық колоннадағы қысым, кг/см <sup>2</sup> ; $x_4^*$ - шикізат құрамындағы күкірт үлесі, %; $x_5^*$ - шикізат құрамындағы ароматикалық көмірсүткөтер, %	746 150 37 0,00005 50	746 145 36 0,00005 50

*Ескертпе:* В детерминированном подходе и на практике степени выполнения нечетких ограничений не определяются, поэтому в соответствующие графы занесены (–).

*Нәтижелерді талқылау.* Кесте 1 келтірілген деректерді талдау нәтижесінде келесі қорытындалар алынған:

1) Ұсынылған ММ+ПО эвристикалық тәсіл айқын емес шектеулері бар бастапқы есепті оларды алдын-ала детерминді есептерге айналдырмай айқын емес ортада шешеді, детерминді тәсілмен салыстырғанда ұсынылған тәсіл кейбір көрсеткіштер бойынша жақсы нәтижелерді қамтамасыз етеді.

2) Айқын емес койылымда көпкriterийлі оптимизациялау есебін шешкенде шешімнің адекваттығы артады, себебі, бұл кезде, шынайы жағдайды идеалдандырылмай адекватты сипааттауға мүмкіндік беретін қосымша айқын емес ақпарат (ШҚТ, экспертер білімі, тәжірибелі) пайдаланылады.

3) ММ+ПО тәсілі айқын емес шектеулердің тиістілік функцияларын, яғни олардың орындалу денгейлерін анықтауға мүмкіндік береді, өндірістік жағдайларда жиі орын алатын айқын емес шектеулі есептерді тиімді шешуді қамтамасыз етеді.

4) ШҚТ көмегімен еөпкriterийлі есепті шешу процесінде өнім сапасы мен көлемі арасындағы компромисстік шешімді анықтауға болады.

Сонымен, өнім сапасын арттыру үшін өнім көлемін азайтуға тұра келеді. Сондықтан, бензол шығысының көлемін оның сапасын біруақытта арттыра отырып, максимизациялау есебінің қойылымы дұрыс болмайды. Бұл жағдайда оптимизациялау есебін дұрыс қоюдың екі варианты болады:

1. Өнім сапа көрсеткіштерін берілген мәндерінен кем болмайтында (яғни шектеуге ендіріп) шаманы қамтамасыз ете отырып, өнім көлемін максимизациялау;

2. Өнім шығысын берілген көлемнен кем болмайтында шаманы қамтамасыз ете отырып, яғни өнім көлемі шектеуін ескере отырып, өнім сапа көрсеткіштерін максимизациялау.

Кесте 1-де келтірілген нәтижелер айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін бірнеше критерийлер бойынша оптимизациялау есебін шешуге ұсынылған эвристикалық тәсіл нәтижелері белгілі тәсілдер [16] нәтижелерімен салыстырғанда барлық көрсеткіштер бойынша төмен емес нәтижелер береді, ал бензол мен рафинат шығысы бойынша нәтижелер арттады.

Сонымен қатар ММ+ПО тәсілі айқын емес шектеулерді ескеруге мүмкіндік береді, айқын емес шектеулердің орындалу денгейін анықтайты, нәтижелерден айқын емес шектеулердің толықтай орындалғаны көрінеді, яғни олардың тиістілік функциялары 1-ге тең:  $\mu_1(x^*(\gamma.\beta))=1$ ;  $\mu_2(x^*(\gamma.\beta))=1$ .

**5. Қорытынды.** Алғаш рет айқын емес ортада ХТЖ жұмыс режимдерін басқару үшін режимдік параметрлердің көпкriterийлі оптимизациялау есебінің қойылымы айқын емес математикалық программалау есебі түрінде алынған. Максимин және Парето оптимальдық тәсілдерін айқын емес ортада жұмыс жасауы үшін модификациялау негізінде ММ+ПО эвристикалық тәсілі құрылған. Нәтижелердің жаңашылдығы мен түпнұсқалығы (оригиналдығы) мынада: ХТЖ жұмыс режимдерін көпкriterийлі оптимизациялау есебі, оны эквивалентті детерминді есептерге айналдырмай, айқын емес ортада қойылыш, айқынсыздықта шешіледі. Бұл айқын емес ортада өндірістік есептердің алынған нәтижелерінің адекваттығы мен тиімділігін аттырады.

Ұсынылған көпкriterийлі оптимизациялдаа есебің айқын емес ортада шешу тәсілдемесі бензол өндіру кешені жұмыс режимдерін оптимизациялаа есебің шешуде табысты жүзеге асырылған. Зерттеу нәтижелері шешілетін практикалық есептер аясын кенейтеді, айқын емес ортада қурделі ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда тиімді шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Джарратино Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. – 4-е изд. –М: ООО «И.Д. Вильямс». –2007. –1152 с.
- [2] Sabzi H.Z. Developing an intelligent expert system for streamflow prediction, integrated in a dynamic decision support system for managing multiple reservoirs: A case study //Expert systems with applications. –2017. – V. 82. – № 3. –Р. 145–163.
- [3] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. –2011. –V. 184. –Р. 3–17.
- [4] Сулайменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. –Алматы: Изд-во Пикула и К. –2009. –304 с.
- [5] Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств. Учебник для студентов ВУЗов. –Алматы: Изд-во Бастау. – 2014. –455 с.
- [6] Рыжов А.П. Теория нечетких множеств и ее приложений. –М.: Изд-во МГУ. 2017. –115 с.
- [7] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2014. –V. 48. – № 4. –Р. 138–149.
- [8] Зайченко Ю.П. Исследование операций: нечеткая оптимизация. –Киев: Изд-во Выща школа. –1991. – 357 с.
- [9] Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Kurmangaziyeva L.T., Makhatova V.E. Multicriteria optimisation problems for chemical engineering systems and algorithms for their solution based on fuzzy mathematical methods // EXCLI Journal. –2015. –V.14. –Р. 984–998.
- [10] Валиахметов Р.И. и др. Применение эвристических алгоритмов в анализе данных для решения задачи диагностирования электроцентробежных насосных установок // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. –2018. –Т. 329. – № 2. –С.159–167.
- [11] Chen Y., He L., Li J., Zhang S. Multi-criteria design of shale-gas-water supply chains and production systems towards optimal life cycle economics and greenhouse gas emissions under uncertainty // Computers & chemical engineering. –2018. –V. 109. –Р. 216–235.
- [12] Harinath E., Biegler L.T., Dumont G.A. Predictive optimal control for thermo-mechanical pulping processes with multi-stage low consistency refining // Journal of Process Control. –2013. –V.47. –№ 23. –Р.1001–1015.
- [13] Fayaz M., Ahmad, S., Ullah I., Kim D. A Blended Risk Index Modeling and Visualization Based on Hierarchical Fuzzy Logic for Water Supply Pipelines Assessment and Management // Processes. –2018. –V. 6. –№ 5. –Р. 102–2112.
- [14] Méndez C.A, Cerdá J., Grossmann I.E., Harjunkoski I., Fahl M. State-of-the-art review of optimization methods for short-term scheduling of batch processes // Computers and Chemical Engineering. –2006. –№ 30. –Р. 913–928.
- [15] Grossmann I.E. Challenges in the Application of Mathematical Programming in the Enterprise-wide Optimization of Process Industries // Теоретические основы химической технологии. –2014. –Т. 48. –№ 5. –С. 500–517.
- [16] Шумский В.М., Зырянова Л.А. Инженерные задачи в нефтепереработке и нефтехимии. –М.: Изд-во Химия. –1981. –457 с.

Оразбаев Б.Б., Ж.Е. Шангитова, Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н, Коданова Ш.К.

#### Многокритериальная оптимизация при управлении режимами работы химико-технологических систем при нечеткой информации

**Резюме:** Сформулированы новые математические постановки задач многокритериальной оптимизации при управлении режимами работы сложных химико-технологических систем в нечеткой среде. Новые постановки задач управления режимами химико-технологических систем в условиях нечеткости исходной информации получены путем модификации различных схем компромиссов для работы в нечеткой среде. Задачи многокритериальной оптимизации при управлении химико-технологической системой сведены к многокритериальным задачам нечеткого математического программирования и на основе модификации принципов максимина и Парето оптимальности разработан эвристический метод решения сформулированной задачи оптимального управления и выбора режимов работы ХТС. Эти результаты реализованы на практике при решении задачи управления режимами работы химико-технологической системой производства бензола Атырауского нефтеперерабатывающего завода в нечеткой среде. Анализ и сравнение полученных результатов решения задачи позволяют сделать вывод об эффективности предложенного подхода к решению задач управления на основе моделей в условиях нечеткости исходной информации.

**Ключевые слова:** нечеткость, нечеткое ограничение, многокритериальная оптимизация, химико-технологическая система, принцип оптимальности, управление режимами работы объекта.

УДК 539.231, 539.232

Г.К.Мусабек<sup>1,2</sup>, К.К. Диханбаев<sup>1</sup>, Г.А.Амирханова<sup>2</sup>

## MODERN METHODS FOR PRODUCING AL DOPED ZNO THIN FILMS: A REVIEW

**Abstract** The present work represents a brief review of the main modern physical and chemical methods used to obtain aluminum doped zinc oxide thin films. The work discusses in detail the execution mechanisms of the methods under review, as well as their advantages and disadvantages. The physical and chemical methods for producing aluminum doped zinc oxide thin films, such as the hydrothermal, sol-gel deposition, magnetron sputtering, gas deposition and atomic layer deposition methods are reviewed.

**Key words:** zinc oxide, thin films, physical properties.

Г.К. Мусабек<sup>1,2</sup>, К.К. Диханбаев<sup>1</sup>, Г.А. Амирханова<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Институт информационных и вычислительных технологий, г. Алматы, Республика Казахстан

E-mail: Gauhar.musabek@kaznu.kz)

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ZNO, ЛЕГИРОВАННЫХ AL

**Аннотация.** Настоящая работа представляет собой краткий обзор основных современных физических и химических методов, применяемых для получения тонких пленок оксида цинка, легированных алюминием. В работе подробно рассматриваются механизмы исполнения обзираемых методик, обсуждаются преимущества и недостатки физических и химических методов получения пленок оксида цинка, легированных алюминием, таких как метод гидротермального синтеза, золь-гель осаждения, магнетронного распыления, осаждения из газовой фазы и метод послойного атомарного осаждения.

**Ключевые слова:** оксид цинка, тонкие пленки, физические свойства.

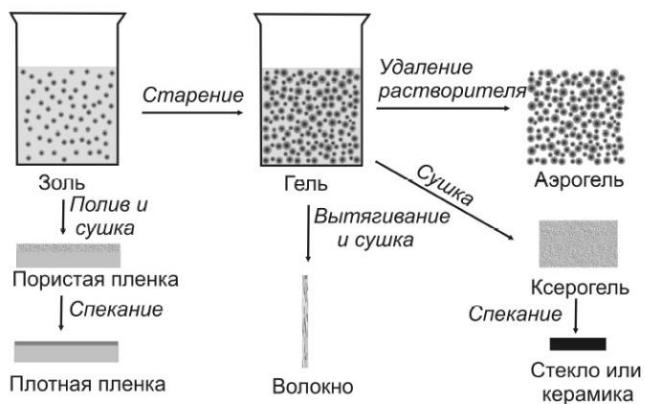
### 1 Введение

Оксид цинка ( $ZnO$ ) является прямозонным полупроводниковым материалом с шириной запрещенной зоны 3,37 эВ, большой энергией связи экситонов (60 мэВ) при комнатной температуре и обладает эффективной ультрафиолетовой люминесценцией. Он может быть использован в качестве компонентов газовых сенсоров [1], фотокатализаторов [2], солнечных батарей [3], пьезоэлектрических наногенераторов [4], люминесцентных материалов, светодиодов, лазеров [5], композитных материалов, а также является безопасным биосовместимым материалом с антисептическими свойствами [6,7]. Для улучшения проводимости  $ZnO$  легируют алюминием ( $ZnO:Al$ ), галлием и индием. Наибольшее внимание уделяется  $ZnO:Al$ , прозрачность которого  $\sim 90\%$  в видимом и ИК-диапазоне [8], а удельное сопротивление порядка  $10^{-2}\text{--}10^{-4}$  Ом $\cdot$ см.

Рассмотрим подробно несколько химических и физических методов получения тонких пленок  $ZnO$  и  $ZnO:Al$ .

### 2 Метод золь-гель осаждения

Золь-гель метод – это метод получения материалов, включающий получение золя с последующим переводом его в гель, т.е. в коллоидную систему, состоящую из жидкой дисперсионной среды, заключенной в пространственную сетку, образованную соединившимися частицами дисперсной фазы. Этот метод имеет ряд преимуществ, обусловленных простотой технологического процесса осаждения покрытий большой площади, низкой стоимостью используемого оборудования и широким спектром применяемых реагентов, таких как, ацетат цинка ( $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ , чистота 99,95%), безводный метанол при возрастающей концентрации примеси алюминия, (98,5% беспримесный  $AlCl_3$ ) и поливинилпирролидон [9]. В зависимости от условий осаждения пленки  $ZnO:Al$ , полученные золь-гель осаждением, имеют различную микроструктуру, определяющую их электрические и оптические параметры. Таким образом изменяя состав и концентрация растворителей, температура спекания и отжига можно управлять свойствами пленок [10]. На рисунке 1 представлена схема процесса получения пленок  $ZnO:Al$  методом золь-гель осаждения.

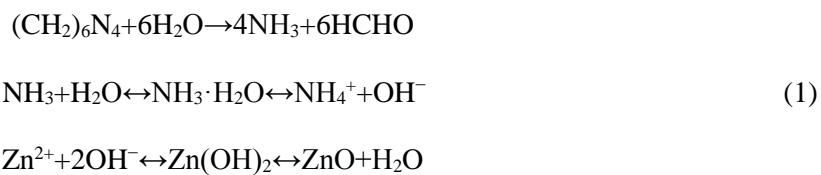


**Рис. 1.** Схема процесса получения пленок ZnO:Al методом золь-гель осаждения [10]

К недостаткам золь-гель технологии следует отнести высокую стоимость некоторых чистых химических реагентов, технологические трудности, возникающие при получении пленок на больших площадях (растрескивание гелей при сушке и термообработке), повышенное содержание гидроксильных групп в стекле и продолжительность процесса получения.

### 3 Метод гидротермального осаждения.

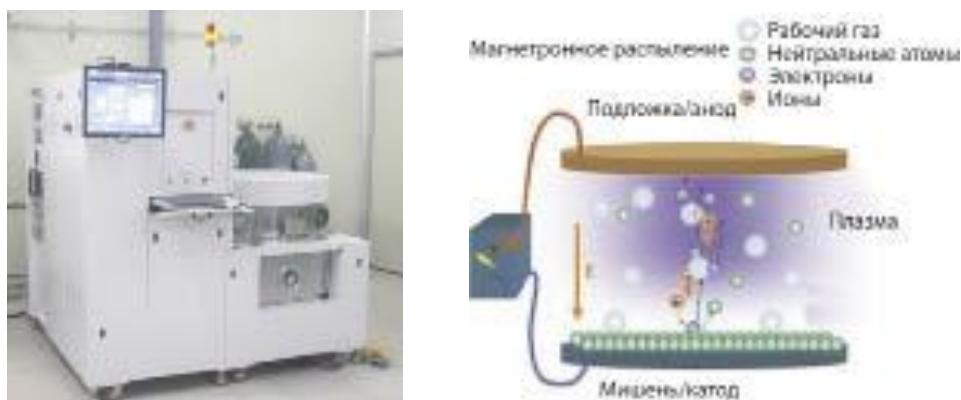
Химический гидротермальный метод осаждения, является привлекательным по следующим причинам: низкая стоимость, синтез при относительно низких температурах, возможность использования гибких подложек, простота контроля параметров морфологии и свойств получаемого материала. Гидротермальный метод позволяет получать массивы наностержней ZnO на различных подложках с тонкопленочным подслоем оксида цинка. Морфология массивов определяется толщиной и кристаллической структурой подслоя [11]. В типичном процессе гидротермального метода, наностержни ZnO синтезируются в результате следующих реакций [12]:



В процессе роста наностержней, уротропин гидролизуется с образованием муравьиного альдегида и аммиака, действуя в качестве pH буфера, обеспечивая невысокую и контролируемую концентрацию аммиака, который, в свою очередь, гидролизуются с образованием ионов аммония  $\text{NH}_4^+$  и гидроксиды ионов  $\text{OH}^-$ .  $\text{Zn}^{2+}$  сolvатируются в щелочной среде с образованием ряда гидроксидов состава:  $\text{ZnOH}^+$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_3$  и  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ . Затем, в процессе дегидратации формируются центры кристаллизации нанокристаллов ZnO. Нанокристаллы ZnO продолжают расти в результате конденсации на их поверхности гидроксида цинка. Скоростью этих реакций можно управлять путем корректировки параметров реакции, таких как концентрации реагентов, температуры реакционной среды и времени процесса [12]. Низкая температура синтеза наностержней оксида цинка, порядка 70–90°C позволяет осаждать их на различные материалы, включая гибкие полимерные подложки. К недостаткам данного метода можно отнести достаточно трудно контролируемое получение легированных пленок ZnO:Al.

### 4 Метод магнетронного распыления

Магнетронное распыление - это технология нанесения тонких плёнок на подложку с помощью катодного распыления мишени в плазме магнетронного диодного разряда в скрещенных полях. Работа современного магнетронного распылительного устройства (рисунок 2) основана на свойствах катодной области аномального тлеющего газового разряда, в которой катод (мишень) распыляется под действием ионной бомбардировки.

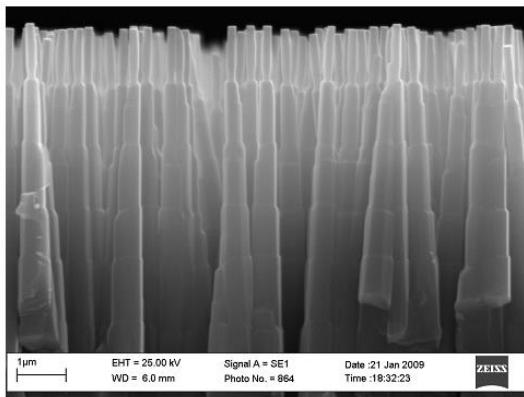


**Рис. 2.** Общий внешний вид (слева) и схематичное представление механизма работы (справа) магнетронной распылительной установки CS-1000 Sputter& PVD Deposition System [13]

Метод магнетронного распыления позволяет получать тонкие пленки высокого качества с хорошими физическими характеристиками (толщина, пористость, адгезия и пр.), а также проводить послойный синтез новых структур (структурный дизайн), создавая пленку буквально на уровне атомных плоскостей. Скорость роста эпитаксиальных и одноосно-эпитаксиальных пленок доходит до 7 нм/с и ограничена тепловой мощностью, выдерживаемой мишенью: распыляемая мишень ZnO разрушается при больших токовых нагрузках [14]. Однако, метод магнетронного распыления также, как и все методы, имеет свои недостатки, к числу которых можно отнести низкую производительность, дорогоизна используемого оборудования, сложности в согласовании источника питания магнетрона с нагрузкой при работе на высоких частотах.

##### 5 Метод химического осаждения из газовой фазы (CVD)

При процессе CVD подложка помещается в пары одного или нескольких веществ, которые, вступая в реакцию и/или разлагаясь, производят на поверхности подложки необходимое вещество. В основном в литературных данных описывается получение пленок ZnO, морфология которых представляет собой массивы наностержней (рисунок 3). Для получения таких пленок в качестве прекурсоров используются металлический цинк 99,99% чистоты и кислород 99,999% чистоты. Процесс осаждения проводится при температуре 500-600<sup>0</sup>C, в аргоновой среде [15].



**Рис. 3.** Изображение СЭМ наностержней ZnO, получаемых методом CVD на монокристаллической кремниевой подложке [15]

Можно отметить следующие преимущества метода CVD: использование относительно простого и дешевого оборудования, не требует ультравысокого вакуума, позволяет достигать высоких скоростей осаждения до нескольких мм/ч [16]. Также есть и недостатки, одним из является довольно высокая температура протекания процесса, ограничивающая спектр применяемых подложек. Кроме того, температура выше 400<sup>0</sup>C недопустима еще и потому, что она активизирует диффузию легирующих примесей в полупроводнике, лишая его заданных функциональных свойств. В некоторых

случаях, наряду с основной CVD-реакцией, параллельно могут протекать нежелательные побочные реакции, и тогда пленка может быть загрязнена примесями, например, углерода и карбида металла [17].

## 6 Метод осаждения из газовой фазы с присутствием металорганических соединений (MOCVD)

MOCVD – это модернизированный метод CVD, в котором химическое осаждение из газовой фазы происходит путём термического разложения металлорганических соединений. Для получения пленок ZnO в качестве прекурсоров используются диэтилцинк (DEZ) и водяной пар ( $H_2O$ ). Преимуществами данного метода по сравнению с CVD являются возможность снижения температуры реакции до  $110 - 380^{\circ}C$  и одновременно повысить скорость осаждения пленок ZnO, а также получение более гладких пленок [18]. На рисунке 4 показано схематичное представление работы MOCVD реактора. Основным недостатком данной технологии является дороговизна используемых оборудования и исходных материалов.

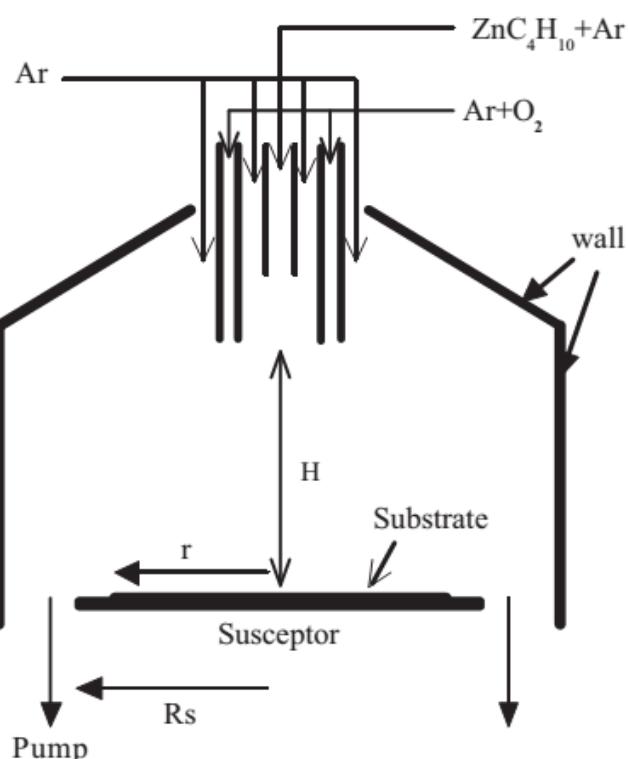


Рис. 4. Схематичное представление работы MOCVD реактора [19]

## 7 Метод послойного атомарного осаждения (ALD).

ALD - это метод выращивания тонких пленок, основанный на последовательном использовании само- завершающихся реакций перехода газ - твердое тело, позволяющий получать структуры на различных подложках с точностью до атомных размеров. При формировании пленок ZnO:Al методом ALD в реакторе происходят чередующиеся с заданным периодом процессы формирования тонких слоев (порядка нескольких нм) ZnO и  $Al_2O_3$ . Между процессами формирования слоев автоматически проводятся промежуточные процессы продувки азотом [20]. Рабочая схема ALD реактора приведена на рисунке 5. Осаждение пленок происходит при достаточно не высоких температурах  $150-250^{\circ}C$ . В качестве прекурсоров также используются триметилалюминий (TMA), диэтилцинк (DEZ) и дезионизованная вода ( $H_2O$ ).

Итак, преимуществами метода ALD являются равномерное по толщине нанесение пленки на сложную поверхность, чего невозможно достичь другими технологическими методами, такими как золь-гель метод, CVD и д.р., возможность получения однородной структуры, хорошая управляемость уровнем легирования примесями. Единственным существенным недостатком данной технологии является дороговизна оборудования и используемых прекурсоров.

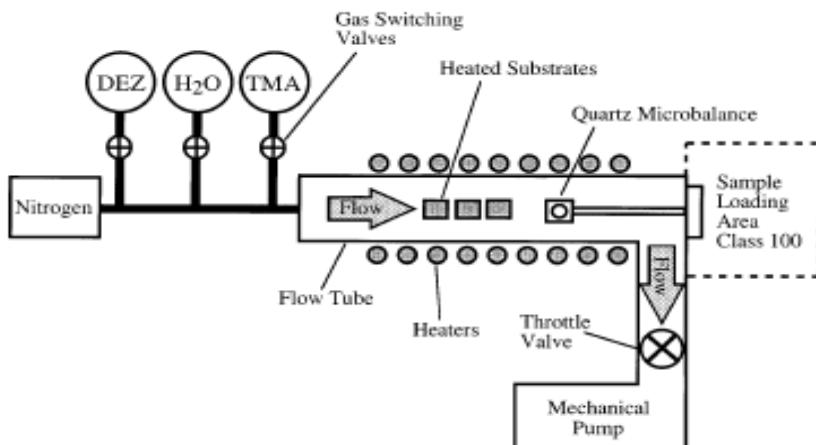


Рис. 5. Схематическое изображение ALD реактора [21].

## 8 Выводы

В настоящей работе был приведен краткий обзор современных основных химических и физических методов получения тонких пленок ZnO и ZnO:Al. Сделан анализ их основных достоинств и недостатков. Таким образом, из приведенных в обзоре данных видно, что в зависимости от поставленных прикладных задач, тонкие пленки чистого или легированного алюминием оксида цинка с различной формой микроструктуры и морфологии можно получать с помощью хорошо контролируемых химических или физических методов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Govender K., Boyle D. S., Kenway P. B., O'Brien P. Understanding the factors that govern the deposition and morphology of thin films of ZnO from aqueous solution // J. Mater. Chem. - 2004. –Vol. 14. –Pp. 2575–2591.
- [2] Li C., Liang H., Zhao J., Feng Q., Bian J., Liu Y., Shen R., Li W., Wu G., Du G.T. Influence of high-pressure hydrogen treatment on structural and electrical properties of ZnO thin films // Applied Surface Science. -2010. –Vol. 256. –Pp. 6770–6774.
- [3] Law M., Greene L. E., Johnson J. C., Saykally R., Yang P. D. Nanowire dye-sensitized solar cells // Nat. Mater. -2005. –Vol. 4. –Pp. 455–459.
- [4] Pronin A., Kaneva N.V., Bozhinova A.S. et. al. Photocatalytic oxidation of pharmaceuticals on thin nanostructured Zinc Oxide films // Kinetics and Catalysis. -2014, 55, 166–170.
- [5] Wang Z. L. Song J. H. Piezoelectric nanogenerators based on zinc oxide nanowire arrays // Science. -2006. –Vol. 312. –Pp. 242–246.
- [6] Xie Ya., He Y., Irwin P. L., Jin T., Shi X. Antibacterial activity and mechanism of action of zinc oxide nanoparticles against campylobacter jejuni // Applied and Environmental Microbiology. –2011. –Vol. 77. –Pp.2325-2331.
- [7] Kumar R., Umar A., Kumar G., Nalwa H.S. Antimicrobial properties of ZnO nanomaterials: A review // Ceramics International. -2017. –Vol. 43. –Iss.5. –Pp. 3940-3941.
- [8] Dakal T., Nandur A.S., Christian R., Vasekar P., Desu S., Westgate Ch., Koukis D.I., Arenas D.J., TannerD.B. Transmittance from visible to mid infra-red in AZO films grown by atomic layer deposition system // Solar Energy. -2012. –Vol. 86. –Pp. 1306-1312.
- [9] Park W. I., Yi G. C. Electroluminescence in n-ZnO nanorod arrays vertically grown on p-GaN // Adv. Mater. -2004. –Vol. 16. –Pp. 87–90.
- [10] Govender K., Boyle D. S., O'Brien P., Binks D., West D., Coleman D. Room-temperature lasing observed from ZnO nanocolumns grown by aqueous solution deposition // Adv. Mater. -2002. –Vol. 14. –Pp. 1221–1224.
- [11] Yokoo T., Nagashima K., Yanagita T., Obukuro Yu., Okuyama T. Evaluation of crystal structure and surface-to-molecule interaction in hydrothermally grown titanium oxide nanowires // Microscopy. -2011. –Vol. 22. –Pp. 24-56.
- [12] de Queiroz J., Cesar A., de Azevedo F. J.B., de Medeiros N. J., Nascimento I. O., de Souza I.A., de Oliveira Q.M.G., de Melo E.B., Melo J.D. D., de Carvalho C. Th. H. Structural and optical properties of Al-doped ZnO thin films produced by magnetron sputtering // Processing and Application of Ceramics. -2003. –Vol. 15. –Pp. 464–466011.
- [13] <http://www.russianelectronics.ru>
- [14] Аль-Тхуаели С.А. Синтез тонких пленок оксида цинка методом магнетронного распыления при высоких скоростях роста // Всеукраинская международная конференция молодых ученых «Химия, физика и технология поверхности». – Киев. – 2012. – С.76-78.

- [15] Kononenko O.V., Redkin A.N., Panin G.N., Baranov A.N., Firsov A.A., Levashov V.I., Matveev V.N. and Vdovin, E.E. ZnO nanorods: synthesis by catalyst-free CVD and thermal growth from salt composites and application to nanodevices // Nanotechnologies in Russia. -2009. -Vol.4. -Pp. 822–827.
- [16] Сыркин В.Г. CVD-метод. Химическое парофазное осаждение. М.: Наука. -2000. -496с.
- [17] Pierson H. O., Handbook of chemical vapor deposition (CVD): principles, technology and applications. Noyes Publications, Park Ridge, N.J., USA. -1992.- 436 р.
- [18] Nicolay S., Benkhaira M., Ding L., Escarre J., et al. Control of CVD-deposited ZnO films properties through water/DEZ ratio: Decoupling of electrode morphology and electrical characteristics // Solar Energy Materials & Solar Cells. -2012, -Vol.105. -Pp. 46–52.
- [19] Liu S.M., Gu S.L., Zhu S.M., Ye J.D., Liu W., Zhou X., Zhang R., Shi Y., Zheng Y.D. Modeling analysis of the MOCVD growth of ZnO film //Journal of Crystal Growth. -2007. -Vol.299. -Pp. 303–308.
- [20] Jeong J.-K., Yun H.-J., Yang S.-D., Eom K.-Y., Che S.-W., Park J.-H., Lee H.-D., Lee G.-W. Investigation of atomic-layer-deposited Al-doped ZnO film for AZO/ZnO double-stacked active layer thin-film transistor application // Thin Solid Films. -2017, -Vol. 683. -Pp. 89-95.
- [21] Ritala M., Saloniemi H., Leskela M., Prohaska T., Friedbacher G., Grasserbauer M. Studies on the morphology of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  thin films grown by atomic layer epitaxy // Thin Solid Films. -1996. -Vol. 286. -Pp. 54.

Мусабек Г.К., Диханбаев К.К., Амирханова Г.А.

**Ал қоспасы бар зно жұқа қабықшаларды алуудың заманауи әдістеріне шолу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыс алюминиймен байланған мырыш оксидінің жұқа қабықтарын алу үшін қолданылатын қазіргі заманғы негізгі физикалық және химиялық әдістерге қысқаша шолу болып табылады. Жұмыста қарастырылып отырған әдістердің орындалу механизмдері егжей-тегжейлі талқыланған. Негізінен таза және алюминий қосыпасы енгізілген мырыш оксиді жұқа қабықшаларын есірудің гидротермальды синтез, зольгель ерітінділерінен тұндыру, магнетронды шашырату, газды фазадан отырызу және атомдық қабаттық отырызу сияқты физикалық және химиялық әдістерінің артықшылықтары мен кемшиліктері талқыланған.

**Түйін сөздер:** мырыш оксиді, жұқа қабықшалар, физикалық қасиеттер.

УДК 28.29.59

**М.А. Alimova, D.M. Zhexebay, M.K. Ibraimov**

(al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan, e-mail: [alimova.madina@kaznu.kz](mailto:alimova.madina@kaznu.kz))

**ENTROPY ANALYSIS IN ESTIMATING THE QUALITY OF SPATIAL ELECTROMAGNETIC NOISE**

**Abstract.** In this paper dynamic systems described by nonlinear differential equations, and attractor was presented. The block diagram of the Henon attractor onto the FPGA is developed. An entropy analysis of the attractor was performed depending on the number of cells.

**Key words:** informational entropy, logistic attractor, electromagnetic noise, FPGA.

**М.А. Алимова, Д.М. Жексебай, М.К. Ибраимов**

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: [alimova.madina@kaznu.kz](mailto:alimova.madina@kaznu.kz))

**ЭНТРОПИЙНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ**

**Аннотация.** В работе представлены известные динамические системы, описываемые нелинейными дифференциальными уравнениями, или, отображениями. Разработана структурная схема расчета энтропии на MATLAB Simulink. Проведен энтропийный анализ отображения в зависимости от количества ячеек.

**Ключевые слова:** информационная энтропия, логистическое отображение, электромагнитное зашумление, ПЛИС.

**Введение**

Актуальные направления развития систем и средств вычислительной техники требуют разработки высокопроизводительных вычислительных устройств, в том числе и для сферы защиты информации. С развитием инфокоммуникационных сетей и внедряемых устройств возрастает

потребность в создании эффективных аппаратных решений для выполнения энтропийного анализа сигналов с шумом [1-4]. Традиционно, при построении устройств обработки сигналов наблюдаемых в присутствии шума, характеристики измерительного шума считают априорно известными [5, 6]. Защита информации ограниченного доступа от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений решается организационными или техническими мерами, с применением пассивных или активных средств защиты. До настоящего времени решение задачи оценки уровня шума в наблюдении при неизвестном уровне сигнала были безуспешными. Существующие методы оценки являются недостаточно оптимальными из-за требуемого большого ресурса и времени обработки [7-13]. Поэтому возникает важная задача, связанная с оценкой качества шумового сигнала, порождаемого средствами активной защиты.

### Результаты и обсуждение

Нестандартные аппаратные решения реализации оценки качества могут быть получены с использованием программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) [14, 15], позволяющих проектировать цифровые устройства с использованием высокуюровневых языков описания аппаратуры. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задаётся посредством программирования. Для программирования используются программатор и IDE (отладочная среда), позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы.

Незаменимым инструментом оценки качества сложных реальных систем стала информационная энтропия. Информационную энтропию – меру неопределенности состояния некоторой физической системы – естественно измерять количеством информации, т.е. уменьшением энтропии этой системы после получения о ней сведений. Свойства энтропии  $H(x)$  оправдывают ее выбор в качестве характеристики степени неопределенности. Во-первых, она обращается в нуль, когда одно из состояний достоверно, а остальные невозможны. Во-вторых, при заданном числе состояний энтропия обращается в максимум, когда эти состояния равновероятны, а при увеличении числа состояний она увеличивается. Энтропия рассчитывается по формуле:

$$H(x) = -\sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i) = \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 \frac{1}{p(i)} \quad (1)$$

Для исследования были приведены реализованные известные динамические системы, описываемые нелинейными дифференциальными уравнениями, или, отображениями. На рисунке 1 можно увидеть структурную схему отображения Хенона с параметрами  $a=1.4$ ,  $b=0.3$  на цифровых логических элементах, построенную в программном пакете MATLAB Simulink.

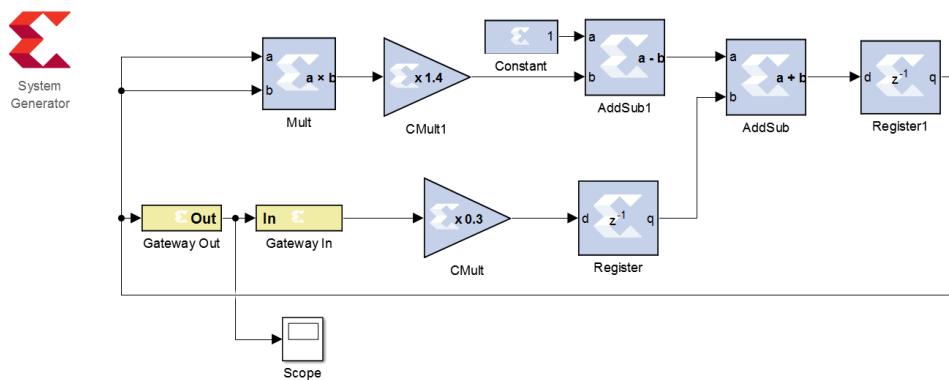


Рис. 1. Структурная схема отображения Хенона

Была разработана схемотехническая модель устройства для расчета энтропии (рисунок 2) по формуле (1), где в качестве  $p$  был взят сигнал, реализованный из 1000 точек. Схема собрана с помощью блока ISE Xilinx System Generator, который обеспечивает реализацию алгоритмов FPGA (ПЛИС), разработанных в MATLAB и Simulink, посредством генерации кода. Этот инструмент обеспечивает

высокоуровневое представление устройства, абстрагированное от конкретной аппаратной платформы, которое автоматически компилируется в FPGA.

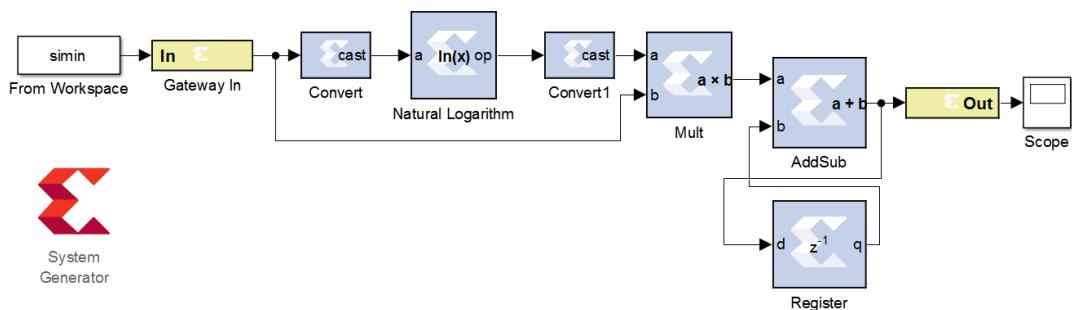


Рис. 2. Схемотехническая модель устройства для расчета энтропии сигнала

На рисунке 3 можно увидеть результат вычисления, график зависимости энтропии от числа ячеек, который показывает вероятность попадания одной точки в пределах одной ячейки и стабилизированное значение энтропии при достижении деления фазового портрета на 100 000 и более ячеек.

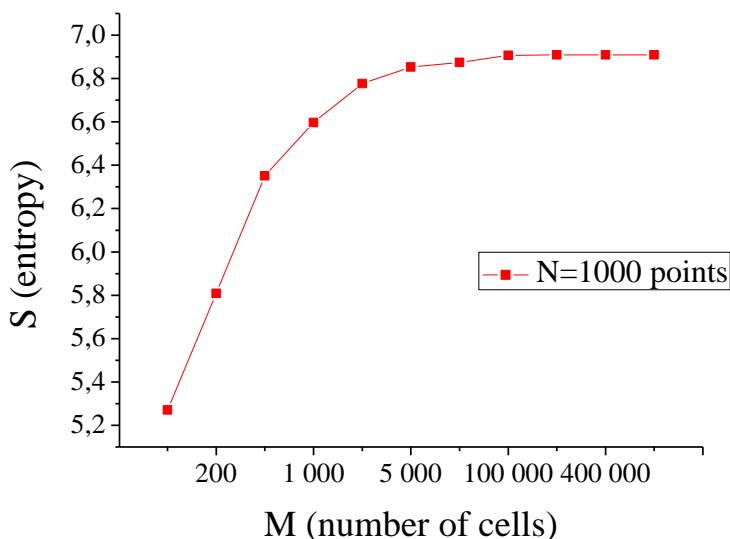


Рис. 3. Зависимость одномерной энтропии от числа ячеек

Также алгоритм расчета энтропии был реализован на программируемой логической интегральной схеме Artix 7 отладочной платы Nexys 4 с параллельным вычислением данных, в котором используются несколько вычислительных устройств, для одновременного выполнения разных частей одной программы. Основная цель данного вычисления уменьшение времени решения задачи с большим объемом вычислений.

### Заключение

Рассмотрены нелинейные динамические системы и динамические переменные систем как объекты измерений, а также энтропия Шеннона как эффективный инструмент оценки качества зашумленного сигнала. Реализованные сложные динамические системы показывают возможность создания цифрового генератора шумоподобных сигналов на основе собственных математических моделей.

В результате проведённых исследований разработана модифицированная схемотехническая модель оценивания качества сигнала, через энтропийный анализ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Железняк В.К., Макаров Ю.К., Хорев А.А. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты информации // Специальная техника. 2000. № 4. С. 39–45.
- [2] Vondrasek M., Pollak P. Methods for speech SNR estimation: Evaluation tool and analysis of VAD dependency // Radio Engineering, vol. 14, NO. 1, p. 6–11, Jan. 2005.
- [3] Adiel Freiman, Monika Pinchas. A Maximum Entropy inspired model for the convolutional noise PDF // Digital Signal Processing Volume 39, April 2015, Pages 35–49
- [4] И. В. Гаврилов, “Методика оценивания качества маскирующего шума”, Тр. СПИИРАН, 43 (2015), 179–190.
- [5] Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационных сигналов на фоне помех // М: Сов.радио, 1981. – 416 с.
- [6] Артамошин С.А. Защита информации от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений // Правовая информатика. – 2016. – № 3. – С. 4-12.
- [7] Пашук, М.Ф., Панычев, С.Н., Суровцев, С.В. Универсальный показатель для оценки эффективности маскирующих и имитационных радиопомех. [Электронный ресурс] – <http://www.ntc-reb.ru/article13.html>
- [8] Железняк В.К., Комаров В.Ф., Тараканов М.С. Устройство для контроля параметров генератора маскирующих шумовых сигналов // Патент РФ № 2111527, 20.05.1998. – 7 с.
- [9] К.С. Васюта. Оценка уровня шума в его аддитивной смеси с хаотическим сигналом с использованием корреляционной энтропии // Система обработки информации, 2010, выпуск 2 (83), стр. 47-51.
- [10] Тупота В.И. и др. Способ оценки качества маскирующих прямощумовых помех // Патент РФ № 2353057.2009. Бюл. № 11. 9 с.
- [11] Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др. Технические средства и методы защиты информации: учеб. для вузов // М.: ООО «Издательство Машиностроение». 2009. 508 с.
- [12] И.В. Гаврилов. Методика оценивания качества маскирующего шума // Труды СПИИРАН. 2015. Вып. 6(43). ISSN 2078-9181.
- [13] Жанабаев З.Ж., Алмасбеков Н.Е., Иманбаева А.К., Манапбаева А.Б., Ахтанов С.Н. Защита информации динамическим хаосом с фазовым управлением. // Материалы 7-й международной научной конф. «Хаос и структ. в нелин. сист», 15-17 июня, 2010. Караганда. – С. 13-20.
- [14] R. Ghayoula, E. Hajlaoui, T. Korkobi, M. Traii, H. Trabelsi. FPGA Implementation of RSA // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2008. – Vol. 2, No. 8. – P. 848 – 852.
- [15] K. Nakano, K. Kawakami, K. Shigemoto. RSA encryption and decryption using the redundant number system on the FPGA, in: Proceedings of the 2009 IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing, Washington, DC, USA, 2009, pp. 1–8.

Алимова М.А., Жексебай Д.М., Ибраимов М.К.

Кеңістіктік электромагнитті шуылдын сапасын бағалауда энтропиялық талдау

**Түйіндеме.** Жұмыста бейсызық дифференциалдық тендеулермен логистикалық бейнелеумен сипатталатын белгілі динамикалық жүйелер ұсынылған. MATLAB Simulink-те энтропияны есептейтін құрылымдық сұлбасы құрылды. Ұяшықтар санына байланысты логистикалық бейнелеудің энтропиялық талдауы жасалынды.

**Түйін сөздер:** ақпараттық энтропия, логистикалық бейнелеу, электромагниттік шуыл, FPGA.

**A.A. Sharipbai , E.Beibitkhan**

(Eurasian National University named after L.N. Gumilev., Astana, Kazakhstan.

Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [beibitkhan.yerkegul.b@gmail.com](mailto:beibitkhan.yerkegul.b@gmail.com))

**RECOGNITION OF HANDWRITTEN KAZAKH LANGUAGE IN LATIN ALPHABET BY  
A DEEP LEARNING APPROACH WITH TENSORFLOW AND CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK**

**Abstract.** In this paper, a new deep learning approach has been proposed for the recognition of handwritten Kazakh language in Latin alphabet. The tensorflow and convolutional neural network have been applied to the handwritten data and the relevant matrices structures have been processed. Handwritten Character Recognition (HCR) is one of the challenging processes. Automatic recognition of handwritten characters is a difficult task. In this paper, we have presented a scheme for offline handwritten kazakh language in latin alphabet character recognition based on CNN classifier. The system first prepares a skeleton of the character, so that feature information about the character is extracted. CNN based

approach has been used to classify a character based on the three features like Zoning, Horizontal Peak Extent and Diagonal. We have taken the samples of offline handwritten kazakh language in latin alphabet characters .

**Keywords:** Handwritten character recognition, deep learning, neural networks, optical character recognition, text recognition, convolutional neural network.

## 1. INTRODUCTION

In every language, there exist certain alphabet systems including the sequence of characters, some of them have very closed appearance, some others are too different. In addition written texts with hand and computer also differs too much for a well-known letter as a character of the alphabet. Therefore, the recognition of the letters either in machine (i.e. typewritten form) or human environments (i.e. handwritten) is an important task for many technological and social applications in the present world, for instance, defense, computer, forensic and medicine industries require such studies in special cases [1].

Kazakh language is one of the Turkish-rooted languages from the earlier times of history in the central Asia. From time to time, the Kazakh alphabet used many different alphabetical sequences. In the present era, especially the influence of Russian language can be dominantly seen as a foreign contribution to the Kazakh language. Due to this contribution, especially the use of modern Russian alphabet in Kazakh language introduce some differences to the writing environment of Kazakh Turks [1,2]. In the present situation, there is an on-going requirement to introduce the Latin alphabet to Kazakh language due to the social, economical, educational and cultural relations among the countries such as Turkey, Azerbaijan, EU, etc, where the Latin alphabet is used.

One requires a robust conversion for the digitalization of the images of letters and numbers, indeed the characters should be converted into binary codes described in some code table such as Unicode [1,2]. In the current situation, for the recognition of typewritten (printed) text, there are well-developed tools, which recognize the printed characters with a sufficient quality. Obviously, they enable to carry out a quick process in converting the printed materials in the newspapers, magazines, books and any other printed media into the computer editable texts. These tools can facilitate the creation of digital publications for libraries as well. However, handwriting recognition is a more complex problem than a printed text recognition and that is still an on-going issue for many fields mentioned above [3].

According to literature, the solution for the problem of handwriting recognition was only possible, when a good congested functions and models were used. For the present solutions, artificial neural network (ANN) technique has started to be used. Indeed ANN can be developed very quickly and applied for any kind of handwriting recognition [1,2]. That allows one to expand the scope of the application of handwriting recognition technology. For the common-used languages, the level of accuracy of symbol transcription has been increased day by day [4]. Indeed, it is already close to the perfection for individual languages of developed countries, since in those countries much attention is paid to the computer processing of the official languages. The sufficient financial resources are allocated on an ongoing basis and there are large human resources to one extent. However, there is no existing recognition technology for a handwritten Kazakh texts and that is a real gap for forensic, defense and all other application fields [1,2]. The main reason for that is the inability to use the existing technologies for text recognition in other languages due to the presence in the Kazakh letters, which have specific sounds. Other reason is the inability to independently solve the problem due to insufficient financial and human resources throughout the country. Another one is the specialists' reluctance to create a recognition technology for the handwritten Kazakh text of the required quality due to the inaccuracy of its current alphabet in Cyrillic and the accepted alphabet in Latin, as well as due to the fuzziness of spelling rules [3, 6]. At the present stage, on this initiative, individual people who are not united into one scientific group are engaged in this problem, however the improvements are made step by step.

It should be noted that handwriting recognition can be done by an “offline” method from a scanned text by a previously written on paper or by an “online” method by reading the movements of the tip of the pen on the surface of a special computer screen [6]. The offline recognition is considered more complicated than the online one. Because, the offline recognition requires a training in a human recognition system or a ready-made training set at least. Such a mechanism is implemented in ABBYY FineReader [5].

The recognition quality can be improved by using a structured documents (i.e. forms). In addition, one can improve the quality by reducing the range of possible input characters. It is used especially in the fields, where it is necessary to process a large number of handwritten documents, for instance, in insurance companies or in healthcare systems for recognizing handwritten recipes[7,8].

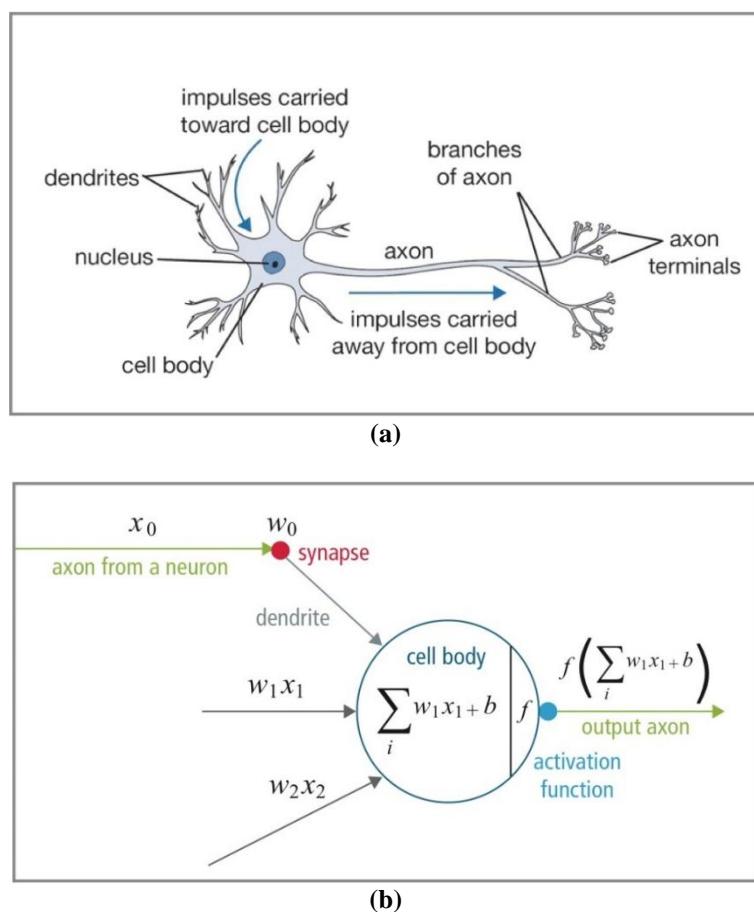
In the present work, the convolutional neural networks (CNNs) are used for an offline recognition mission of the Kazakh text in Latin alphabet. To our knowledge, among neural networks, the CNNs are initially

proposed by Jan Lekun in 1988. This is a deep learning technology and it is the most suitable one for the solution of recognition issue of the Kazakh text [4, 5]. The CNNs and deep learning (DL) currently provide the best solutions to many technical and social problems in image recognition, speech recognition, and natural language processing [8,9].

## 2. METHODOLOGY

### 2.1 Convolutional Neural Networks (CNNs)

The neural networks are inspired by biological neural systems. The basic computational unit of the brain is a neuron and they are connected with synapses. Figure 1 compares a biological neuron with a basic mathematical model [2].



**Fig. 1.** Illustration of a biological neuron (a) and its mathematical model (b) [2].

In a real animal neural system, a neuron is perceived to be receiving input signals from its dendrites and producing output signals along its axon. The axon branches out and connects the synapses to the dendrites of other neurons. When the combination of input signals reaches at some threshold condition among its input dendrites, the neuron is triggered and its activation is communicated to successor neurons.

In the neural network computational model, the signals traveling along the axons (e.g.,  $x_0$ ) interact multiplicatively (e.g.,  $w_0 x_0$ ) with the dendrites of the other neuron based on the synaptic strength at that synapse (e.g.,  $w_0$ ). Synaptic weights are learnable and they control the influence of one neuron or another. The dendrites carry the signal to the cell body, where they all are summed. If the final sum is above a specified threshold, the neuron ignites a spike along its axon. In the computational model, it is assumed that the precise timings of the ignition are not so important, whereas the frequency of the ignition communicates information. Based on the rate code interpretation, the ignition rate of the neuron is modeled with an activation function  $f$ , representing the frequency of the spikes along the axon. A common choice of the activation function is sigmoid. In summary, each neuron calculates the dot product of inputs and weights, adds the bias, and applies the nonlinearity as a trigger function (for instance, following a sigmoid response function).

A CNN is a special case of the neural network described above. It consists of one or more convolutional layers, often with a subsampling layer, which are followed by one or more fully connected layers as in a standard neural network.

The design of a CNN is motivated by the discovery of a visual mechanism, the visual cortex, in the brain. The visual cortex contains many cells, being responsible for detecting light in small, overlapping sub-regions of the visual field, which are called receptive fields. These cells act as local filters over the input space, and the more complicated cells have larger receptive fields. The convolution layer in a CNN performs the function, which is performed by the cells in the visual cortex [3].

In order to model a neural network, some definitions should be done. Initially, a neural network model is a system of interconnected artificial “neurons” exchanging the messages among the neurons. The connections have numeric weights, which are tuned during the training process with the initial data, so that a properly trained network would respond correctly when an image or pattern is applied to the model for the recognition. The network consists of multiple layers of feature-detecting “neurons”. Each layer has many neurons that respond to different combinations of inputs from the previous layers. As shown in Figure 2, the layers are built up so that the first layer detects a set of primitive patterns in the input, the second layer detects patterns of patterns, the third layer detects patterns of those patterns, and so on. Typical CNNs use 5 to 25 distinct layers of pattern recognition.

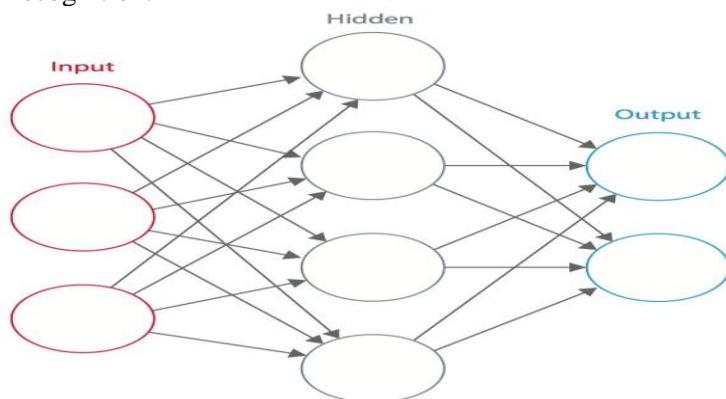


Fig. 2. An artificial neural network [1].

The training process is performed using a “labeled” dataset of inputs in a wide assortment of representative input patterns which are tagged with their intended output responses. Training uses standard methods to determine the weights for intermediate and final feature neurons, iteratively. Figure 3 sketches the training process at a block level.

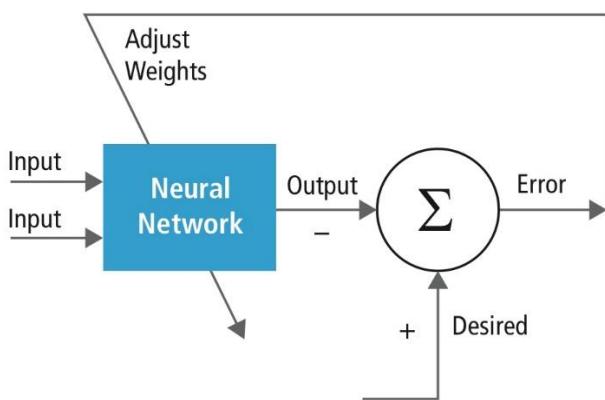
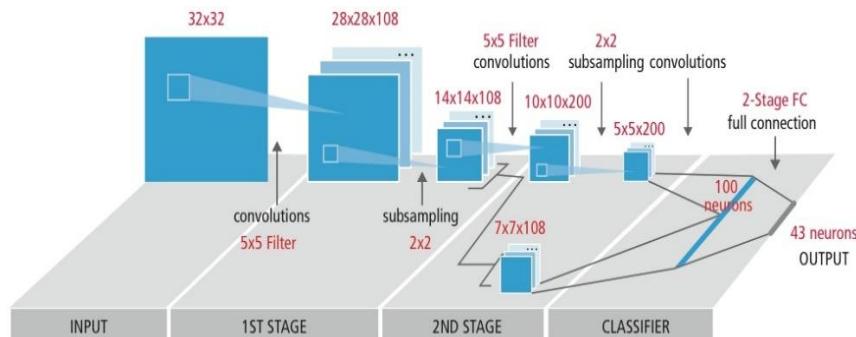


Fig. 3. Training of neural networks.

A typical CNN for recognizing the traffic signs is shown in Figure 4. Each layer identity receives inputs from a set of identities located in a small neighborhood in the previous layer, which is so called “local receptive field”. With local receptive fields, identities can extract elementary visual data, such as the oriented edges, end-points, corners, etc., which are then combined by the higher layers.

In the traditional model of pattern/image recognition, a hand-designed feature extractor gathers the relevant information from the input and eliminates the irrelevant variabilities. The extractor is followed by a trainable classifier, a standard neural network which classifies the feature vectors into classes.

In a CNN, the convolution layers play the role of feature extractor. But they are not hand designed. Convolution filter kernel weights are decided on as part of the training process. Convolutional layers are able to extract the local features, because they restrict the receptive fields of the hidden layers to be local.



**Fig. 4.** Typical block diagram of a CNN [4].

CNNs are used in a variety of areas, including image, pattern recognition, speech recognition, natural language processing, and video analysis. There are many reasons on why the convolutional neural networks become important. In traditional models for the pattern recognition, feature extractors are hand designed. In CNNs, the weights of the convolutional layer are used for feature extraction as well as the fully connected layer are used for classification. These all are determined during the training process. The improved network structures of CNNs lead to save in memory requirements and computation complexity requirements and, at the same time, give better performance for applications, where the input has local correlations (e.g., image and speech).

## 2.2. Optical Character Recognition (OCR)

The first prominent piece of Optical Character Recognition (OCR) software was invented by Ray Kurzweil in 1974 and it was used for recognition of the fonts [5]. This software used a more developed use of the matrix method (i.e. pattern matching). Essentially, this would compare bitmaps of the template character with the bitmaps of the read character and would compare them to determine which character mostly matched with desired one. The downside was that this software was sensitive to the variations in sizing and the differences between each individual's way of writing. To improve on the templating, OCR software began using feature extraction rather than templating. For each character, software would look for features like projection histograms, zoning, and geometric moments [6].

## 2.3. Machine Learning

Lecun and his co-workers studied systems with different deep learning models, namely the gradient-based learning technique, and the multi-module machine learning models [12]. In the next, high OCR accuracies were the use of a Hidden Markov Model for the task of OCR. This approach used the letters as a state, allowing the context of the character to be accounted for the next hidden variable [8]. This led to higher accuracy compared to both feature extraction techniques and the Naive Bayes approach [7]. The main drawback was still the manual extraction features, which requires prior knowledge of the language and was not particularly robust to the diversity and complexity of handwriting.

The most prominent papers for the task of handwritten text recognition is on three main tasks: Scan, Attend, and Read. In other words, it is End-to-End Handwritten Paragraph Recognition with MDLSTM Attention [16]. The approach was to take a long form (LSTM) layer for each scanning direction and encode the raw image data to a feature map. The model would then use attention to emphasize certain feature maps over others. After the attention map was constructed, it would be fed into the decoder which would predict the character given the current image summary and state. This approach was quite novel because it did not decouple the segmentation and classification processes as it did both within the same model [16]. The downside of this model is that it doesn't incorporate a language model to generate the sequence of characters and words. It is completely dependent on the visual classification of each character without considering the context of the constructed word.

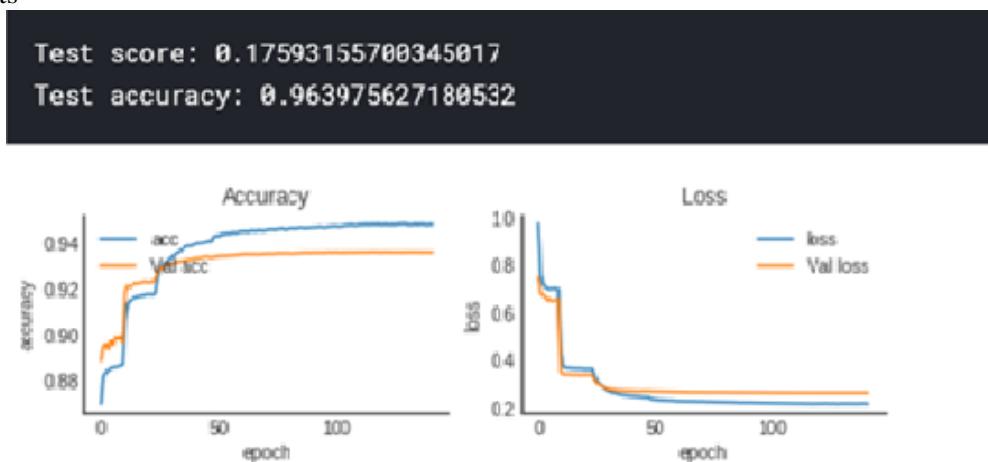
## EXPERIMENTAL RESULTS

The MNIST dataset is one of the best known image classification problems out there, and a veritable classic of the field of machine learning. This dataset is more challenging version of the same root problem: classifying letters from images. This is a multiclass classification dataset of glyphs of kazakh letters A - J.

- The each containing 28x28 grayscale images of letters A - J, organized into directories by letter.
- Software implementation of the classifier. To implement this task, the following software was selected:
  - Python programming language, which created many libraries for working with data and neural networks;
  - The Keras library, which allows the implementation of CNN using TensorFlow at a higher software level;
  - This notebook uses different techniques to create models for classification of the images of letters in the dataset.

A snippet of the implementation code for the convolutional neural network is shown in Figure-5.

### Results



So, with this notebook I've explored different architectures and strategies for classifying the notMNIST dataset, starting from the basics, till state-of-art architectures. The best result is obtained by the CNN (accuracy ~96%) with further possible improvements related to hyper parameters tuning.

### CONCLUSION

Handwritten Character Recognition is one of the important step of OCR. We described a classifier is proposed for text recognition of complex handwritten kazakh language in latin alphabet i document images. Handwritten kazakh language in latin alphabet script has some complexities Like Resembling characters. These cause majorities of the error during recognition stage. From the results we can say, the expected method is very useful for recognize a kazakh language in latin alphabet characters. We have achieved encouraging and satisfactory results on the complex handwritten documents. In future, we are trying to implement the good and suitable method for recognized Characters. Handwritten kazakh language in latin alphabet Character Recognition Using Convolution Neural Network.

### REFERENCES

- [1] Q. Liang, S. Xiang, Y. Wang, W. Sun and D. Zhang, "RNTR-Net: A Robust Natural Text Recognition Network," in IEEE Access, vol. 8, pp. 7719-7730, 2020
- [2] Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480
- [3] K. Simonyan, A. Zisserman Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition arXiv technical report, 2014
- [4] Oivind Due Trier, Anil K. Jain, Torfinn Taxt. Feature Extraction Methods for Character Recognition—A Survey. Pattern Recognition. 1996
- [5] Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, Jian Sun. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. Neural Information Processing Systems (NIPS), 2015
- [6] T. Wang, D. Wu, A. Coates, A. Ng. "End-to-End Text Recognition with Convolutional Neural Networks" ICPR 2012.

- [7] U. Marti and H. Bunke. The IAM-database: An English Sentence Database for Off-line Handwriting Recognition. Int. Journal on Document Analysis and Recognition, Volume 5, pages 39 - 46, 2002.
- [8] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio and P. Haffner: Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition, Intelligent Signal Processing, 306-351, IEEE Press, 2001
- [9] Zhang, X., He, K., Ren, S., Sun, J.: Deep residual learning for image recognition. In: CVPR. (2016)

Шарипбай А.А., Бейбитхан Е.

**Казақ тілін латын әліпбійінде тану үшін жаңа терең оқыту әдісі ұсынылды.**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста казақ тілін латын әліпбійінде тану үшін жаңа терең оқыту әдісі ұсынылды. Қолмен жазылған мәліметтерге тензорлық және конвульсиялық нейрондық желі қолданылды және тиісті матрицалық құрылымдар өндөлді. Қолжазбаны тану (HCR) - күрделі процестердің бірі. Қолмен жазылған кейіпкерлерді автоматты түрде тану қын міндет. Бұл жұмыста біз CNN классификаторы негізінде латын алфавитіндегі таңбаларды тану бойынша дербес қазақ тілінде колжазба сызбасын ұсындық. Жүйе алдымен кейіпкердің қаңқасын дайындауды, осылайша кейіпкер туралы арнайы ақпарат алынады. CNN-ге негізделген тәсіл таңбаны аймақтарға бөлу, көлденең шының және диагональ сияқты үш ерекшелікке негізделген классификациялау үшін қолданылды. Біз латын алфавитіндегі әріптермен дербес қазақ тіліндегі ұлгілерді алдық.

**Түйінді сөздер:** таңбаларды қолмен тану, терең оку, нейрондық желілер, оптикалық тану, мәтінді тану, консолюционды нейрондық желі.

Шарипбай А.А., Бейбитхан Е.

**Новый подход глубокого обучения для распознавания рукописного казахского языка в латинском алфавите.**

**Резюме.** В статье был предложен новый подход глубокого обучения для распознавания рукописного казахского языка в латинском алфавите. Тензорный поток и сверточная нейронная сеть были применены к рукописным данным, и соответствующие матричные структуры были обработаны. Распознавание рукописных символов (HCR) является одним из сложных процессов. Автоматическое распознавание рукописных символов является сложной задачей. В этой статье мы представили схему автономного рукописного казахского языка в распознавании символов латинского алфавита на основе классификатора CNN. Сначала система подготавливает скелет персонажа, чтобы извлечь информацию о нем. Подход, основанный на CNN, использовался для классификации персонажа на основе трех функций, таких как Zoning, Horizontal Peak Extent и Diagonal. Мы взяли образцы онлайн рукописного казахского языка латинскими буквами.

**Ключевые слова:** распознавание рукописных символов, глубокое обучение, нейронные сети, оптическое распознавание символов, распознавание текста, сверточная нейронная сеть.

**B.A. Lakhno, T.S. Kartbaev, K.O. Togzhanova, B.B. Akhmetov**

**ANALYSIS OF METHODS AND INFORMATION TECHNOLOGIES FOR DYNAMIC PLANNING OF COMPLEX SYSTEMS**

**Abstract.** The review and analysis of methods and information technologies for dynamic planning of Smart city development is carried out. It is shown that the existing methods and information technologies of dynamic planning for the development of complex systems, which, of course, can be attributed to a smart city, are not without certain disadvantages. Analysis of dynamic planning and decision-making technologies for Smart city development has shown that there are unsolved problems. These problems include the lack of a General theory and methodology for solving dynamic planning and decision-making tasks for Smart city development, taking into account various types of uncertainties and risks. New research is also needed to develop adequate methods and information technologies for modeling various, complex types of knowledge and processes needed at different stages of building a dynamic smart city development plan. The necessity of developing adaptive methods and information technologies for forecasting, which are necessary for building an effective dynamic plan and making decisions on the development of a Smart city, is justified.

**Keywords:** smart city, dynamic planning, methods, models, risks

**В.А. Лахно<sup>1</sup>, Т.С. Картбаев<sup>2</sup>, К.О. Тогжанова<sup>2</sup>, Б.Б. Ахметов<sup>3</sup>**

(<sup>1</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования, Украина, Киев,

<sup>2</sup>Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева,

Казахстан, Алматы, <sup>3</sup>Yessenov university, Казахстан, Актау.

email: [kartbaev\\_t@mail.ru](mailto:kartbaev_t@mail.ru), [togzhanova\\_kuljan@mail.ru](mailto:togzhanova_kuljan@mail.ru))

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** Выполнен обзор и анализ методов, и информационных технологий для динамического планирования развития Smart city. Показано, что существующие методы и информационные технологии динамического планирования развития сложных систем, к которым безусловно можно отнести и Smart city, не лишены определенных недостатков. Анализ технологий динамического планирования и принятия решений по развитию Smart city показал наличие нерешенных проблем. К этим проблемам можно отнести - отсутствие общей теории и методологии решения задач динамического планирования и принятия решений по развитию Smart city с учетом неопределенностей и рисков разного типа. Также необходимы новые исследования по разработке адекватных методов и информационных технологий моделирование различных, сложных видов знаний и процессов, необходимых на разных этапах построения динамического плана развития Smart city. Обоснована необходимость в разработке адаптивных методов и информационных технологий прогнозирования, необходимых для построения эффективного динамического плана и принятия решений по развитию Smart city.

**Ключевые слова:** Smart City, динамическое планирование, методы, модели, риски

**Введение.** Концептуально идея создания и развития умных городов (далее Smart City) стала активно обсуждаться более 15 лет назад. Редкие форумы, которые были посвящены урбанистской тематике и перспективам ее развития с использованием новых информационных технологий (ИТ), обходились без дискуссий о передовых технологиях в Smart City [1, 2]. Очень многие игроки на рынке инвестиций, а также общественные институты, стали рассматривать Smart City в разрезе перспектив урбанистики и создания новых зон для кооперации производителей высокотехнологичных продуктов для нужд городского хозяйства [3, 4]. Городские власти многих крупных городов, прежде всего на уровне муниципалитетов, заявили о стратегиях инвестирования в проекты Smart City. Это было продиктовано стремлением повысить статус города, а также возможностью привлекать долгосрочные инвестиции. Также стала весьма перспективной идея локализации высокотехнологичного бизнеса в рамках городской инфраструктуры. При этом, перед компаниями возникли задачи, направленные на решение локальные городских проблем, среди которых можно выделить воду и энергоснабжение, транспорт и логистику, экологическую, а также информационную безопасность жителей и др. [5-7].

Заметим, что подобные проекты характеризуются высокой степенью неопределенности и рискованности. В тоже время, эффективное развитие сложных динамических систем различного типа (социально-экономических, политических, военных и технических) зависит от определения целей, которые необходимо достичь [8, 9]. Это в полной мере относится и к развитию Smart city. В частности, для крупных проектов в сфере урбанистики успех зачастую зависит, от планирования и оптимального выбора стратегий развития городской инфраструктуры с учетом всех факторов, влияющих на систему, а также учетом и преодолением разного рода неопределенностей и рисков. Основным направлением эффективного решения указанных задач является динамическое планирование развития Smart city. Основой динамическое планирование является системное использование разнотипных математических моделей, методов анализа ситуаций и принятия решений, а также ИТ, ориентированные на использование в условиях риска и неопределенности. Также учитываются быстрые структурные изменения во внешней среде и в различных элементах Smart city, для построения планов и прогнозов развития, а также для решения задач стратегического планирования и управления. Планирование и прогнозирование развития Smart city и процессов различного типа связано с преодолением разного рода неопределенностей, нелинейностей и рисков, порождаемых самой системой и внешней средой в которой функционирует Smart city. Наличие неопределенностей различного типа, таких как ситуацияная неопределенность, неточность и неопределенность различных параметров системы и внешней среды, недостаточность информации о системе, нелинейность и стохастичность процессов, протекающих как в Smart city, так и во внешней среде, а также большое количество рисков - все эти признаки делают проблему решения задач динамического планирования инфраструктуры Smart city слабо структурированной и трудно формализованной [1, 2]. В настоящее время научно-прикладная область динамического планирования Smart city аккумулирует

в себе новейшие достижения большинства научных, эконометрических и информационных отраслей и относится к инновационным технологиям. При этом она является эффективным инструментом планирования и прогнозирования развития сложных динамических систем на различных иерархических уровнях. Потребность в эффективном планировании для Smart city растет с каждым годом и требует информационной поддержки в виде создания информационно-аналитических систем, с помощью которых можно эффективно решать задачи исследования и анализа Smart city путем оптимизации их структуры, идентификации и определения основных рисков и построения эффективных динамических планов для выбора наиболее вероятных и целесообразных путей их функционирования, развития и управления.

Все это приводит к необходимости создания эффективных инструментальных средств для исследования, анализа, принятия решений и прогнозирования развития Smart city. Результаты их применения должны предоставлять возможность создавать динамические планы, по которым строятся стратегии развития, поведения и управления Smart city на основе наиболее вероятных и оптимальных решений по основным направлениям развития сложных городских систем.

Поскольку решения задач динамическое планирование Smart city – это наукоемкий процесс, который требует системного применения различных подходов и методологий, и который невозможен без применения современных методов математического моделирования, методов, алгоритмов и программных средств для разработки адекватных моделей, и принятия решений на их основе, тема исследований в рамках данной статьи представляется нам весьма актуальной.

#### Обзор литературы.

Исторически динамическое планирование возникло в 50-х годах XX века как альтернатива для одновариантных прогнозов при построении планов будущего развития отдельных компаний и прогнозов по развитию отдельных ситуаций [10, 11].

Одновариантные прогнозы, как правило, достаточно жестко задавали единственный путь будущего развития системы или ситуации и на практике, особенно в условиях быстро меняющейся внешней среды, они очень часто оказывались ложными. Очевидно, что в условиях наличия рисков значительной внешней неопределенности и быстрых изменений внешней среды разрабатывать стратегические планы с опорой на единственный вероятностный прогноз неэффективно [12-14].

Ситуации в современном мире быстро и неожиданно меняются, при этом возникают скачкообразные изменения обстоятельств, внезапные события, которые невозможно предвидеть. При этом всегда существует определенное множество возможных вариантов развития будущих событий, которые можно предусмотреть и спрогнозировать. Поэтому при внедрении динамического подхода начали разрабатывать примерно одинаково правдоподобные, но значимо отличающиеся варианты будущего развития событий и внешней среды для сложных динамических систем и ситуаций. При этом существенная особенность таких динамических планов заключалась в том, что они были инструментами не только для разработки прогнозов, но и для разработки стратегий развития сложных динамических систем и процессов, в том числе в вопросах развития городской инфраструктуры.

Динамическое планирование включает в себя различные методы обработки количественной и качественной информации, методы моделирования, методы оптимизации и принятия решений на разных этапах построения планов, оценки рисков и неопределенностей [17-19]. Но основным содержанием динамическое планирование является конструирование хорошо структурированных и логично выверенных динамических планов, или их элементов, разных одинаково правдоподобных и адекватных вариантов будущего плана развития системы (в частности, Smart city) и оценки эффективности этих планов [1, 2, 4, 20].

При этом строящийся план должен быть гибким и эффективным для того чтобы получить возможность учета всех изменений внешней среды при различных вариантах будущего развития исследуемых систем.

Целью исследования – повышение качества динамического планирования развития Smart city путем развития и совершенствования методов, моделей информационных технологий и систем динамического планирования и принятия решений в условиях наличия неопределенностей и рисков.

Задача исследования – обзор и анализ существующих методов и информационных систем для решения задач формирования динамических планов развития Smart city.

#### Основной материал статьи.

Динамическое планирование сегодня – это один из наиболее эффективных системных инструментов современного менеджмента и стратегического управления, анализа и планирования развития сложных систем, в частности, стремительно развивающихся Smart city. Динамическое

планирование является эффективным методом построения и развития рациональной социально-экономической политики, а также применима для углубленного анализа и эффективного развития инновационных технологий или масштабных инженерных проектов [10, 21].

Динамическое планирование имеет три отличительные особенности, которые отличают его от других типов планирования. Первое это то, что система при построении плана рассматривается во времени с учетом наличия рисков и разнотипных неопределенностей и с учетом их изменения с течением времени. Кроме того, обязательно построение прогнозов относительно будущей эффективности плана и учета любых изменений среды [10]. Следовательно, нужно строить гибкий план и корректировать его в соответствии с происходящими событиями, которые влияют на результаты развития системы. Второе это то, что планирование носит долгосрочный характер, поскольку рассматриваются не только краткосрочные цели, но и долгосрочные. И третье это то, что процесс построения плана носит эволюционный характер с целью достижения наилучших результатов для текущих исходных данных [20-26].

Построение динамического плана включает в себя следующие элементы: определение целей динамического плана, определение временных ограничений на планирование, выбор структуры плана (определение этапов), выбор структуры каждого этапа плана, оценка неопределенностей и рисков на каждом этапе планирования, установление методов решения основных задач планирования, построение моделей планов, оценки прогнозов и принятия решений, а также оценки эффективности построенного плана.

Постановка задач ДП может различаться по следующим признакам: наличие связей между задачами, тип строящегося плана развития Smart city (оперативный или досрочный), наличия неопределенностей разного типа и рисков, типу целевых функций и ограничений.

При построении динамического плана развития Smart city на различных этапах возникает необходимость решения следующих основных задач:

- 1) Задачи анализа информации. На этом этапе анализируется информация и определяются цели построения плана (главные и вспомогательные), и выполняется их ранжирования.
- 2) Задачи построения структуры динамического плана (состава и количества этапов). Кроме того, подробно определяются возможные варианты плана их структура и временные ограничения для плана.
- 3) Задачи определения и учета неопределенностей и рисков развития Smart city.
- 4) Задачи моделирования динамического плана. Моделируются структура и параметры плана развития Smart city.
- 5) Прогнозирование главных показателей планирования.
- 6) Принятие решений и выбор оптимального варианта плана развития Smart city с учетом всех критериев и оценки эффективности плана.

Общая последовательность задач и этапов процесса динамического планирования представлена на рисунке 1. На начальных этапах построения динамического плана определяются цели построения плана и временные ограничения на весь план в целом.

На следующем этапе решаются задачи построения структуры плана с помощью теоретико-графовых моделей, определяются временные ограничения для отдельных вариантов плана. Вершины в моделях – это этапы плана, ребра – это связи временного, логического и информационного типа. Также возможно построение альтернативных вариантов плана развития Smart city и выбор отдельных направлений и технологий по критериям.

В процессе синтеза структуры динамического плана выделяется и оптимизируется структура плана. Возможны различные подходы к определению и оптимизации построения структур динамического плана:

- 1) динамическое планирование проводится на основе анализа задач, которые выполняются или планируются на этапах плана, исходя из этого определяются конкретные этапы плана развития Smart city;
- 2) план разрабатывается заранее, структура плана корректируется относительно решения конкретных задач;
- 3) определяются промежуточные цели, и структура плана строится в соответствии с достижением этих целей.

Подходы и методы синтеза структуры динамического плана развития Smart city позволяют формализовать выбор оптимального варианта структуры плана для рассмотренных выше вариантов. Основное внимание уделено распределению задач по этапам плана и построению динамического плана для отдельного этапа при заданном распределении задач по этапам плана развития Smart city.

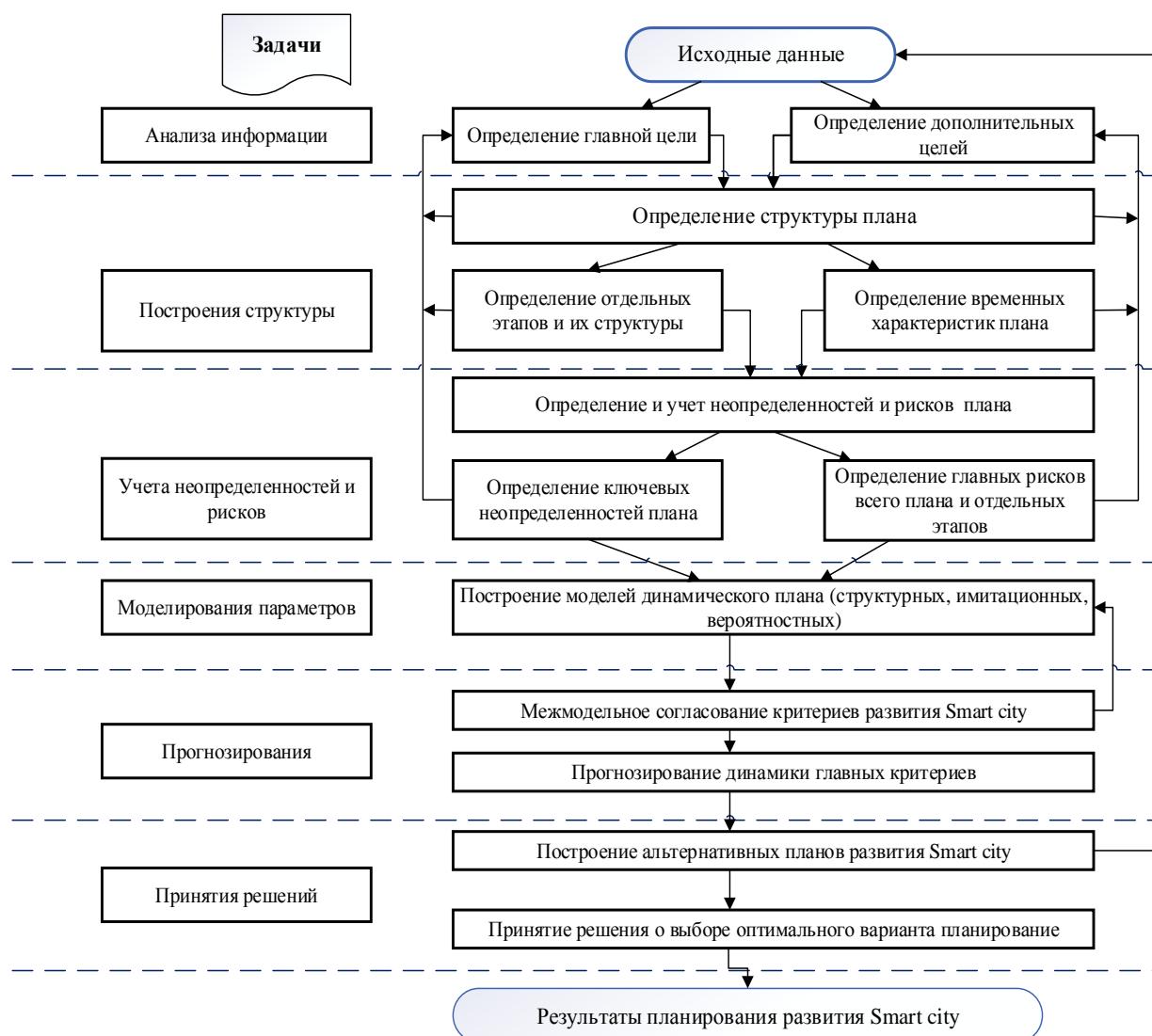
На третьем этапе определяются ключевые неопределенности и риски для реализации плана в целом и для его отдельных этапов. Осуществляется выбор методов их преодоления.

На четвертом этапе плана определяются главные критерии и параметры планов, их причинно-следственные свойства, а также осуществляется прогнозирование с целью исследования динамических свойств плана.

На следующем этапе осуществляется моделирование альтернативных вариантов плана и его элементов с целью уточнения отдельных параметров и показателей плана развития Smart city.

На шестом этапе происходит выбор оптимального варианта плана с помощью методов принятия решений. Также на последнем этапе происходит оценка эффективности плана и выбор окончательного варианта плана.

Таким образом, под процедурой построения динамического плана развития Smart city понимается процесс последовательного решения взаимосвязанных задач динамического планирования и выбора наилучшего варианта плана по заданным критериям.



**Рис. 1.** Общая последовательность этапов и задач процесса динамического планирования на примере развития Smart city

В таблице 1 приведены результаты анализа преимуществ и недостатков существующих методов и методологий динамического планирования – стратегического (ST), сценарного (SC), интеллектуального (IN). Данные методы могут быть применимы и для решения задач повышение качества динамического планирования развития Smart city.

• Технические науки

Таблица 1. Методы динамического планирования развития сложных систем  
(на основании анализа [1–5, 7–10, 12–17, 20–24])

	Методология	Преимущества	Недостатки
Динамическое планирование сложных систем	SWOT-анализ	1. Применим в самых разнообразных сферах экономики и управления. 2. Можно адаптировать к любому объекту исследования. 3. Свобода в выборе анализируемых элементов. 4. Можно использовать для стратегического планирования развития Smart city.	1. Не учитывает возможные риски. 2. Если информации мало, то результаты анализа не имеют большой ценности. 3. Конкретные мероприятия для достижения целей разрабатываются отдельно. 4. Субъективность. 5. Требуется привлечение большого количества специалистов по отдельным направлениям.
	Конку-рентный анализ	Рассматриваются внешние факторы, такие как конкурентная среда, в дополнение к внутренним факторам при разработке стратегических планов.	1. Конкретные мероприятия для достижения целей надо разрабатывать отдельно. 2. Субъективность.
	Мозговой штурм	1. Наглядность. 2. Широкий круг участников. 3. Анализ новых идей и альтернативных способов решения. 4. Соревновательная атмосфера.	1. Возможно «зацикливание» на одной идеи. 2. Риск, что часть группы не примет участие в решении. 3. Ограничение по времени.
	Дерево целей	1. Наглядность в разработке иерархии целей. 2. Объективные критерии результатов. 3. Обратная связь.	Большие затраты временных ресурсов.
	Модель Ансоффа	Наглядность и простота.	Ограниченнное применение.
	Метод Д. Стейнера	Наглядность и простота.	Ограниченнное применение.
SC	Метод Д. Абеля	Наглядность и простота.	Ограниченнное применение.
	Shaping Factors – Shaping Actors	Устранены недостатки метода Дельфи. Результативность, подтверждённая практикой	Сложная организация экспертных групп.
	Методология GENERON CONSULTING	Простота и результативность, подтверждённая практикой.	Сложная организация экспертных групп.
	Методология GLOBAL BUSINESS NETWORK	Результативность, подтверждённая практикой.	Сложная организация экспертных групп.
	TERRA	Результативность, подтверждённая практикой.	Сложная организация экспертных групп.
	TAIDA	Простота.	Малая апробация на практике.
IN	Методология ICL.	Наглядность.	Ограниченный круг задач.
	Классическое планирование	Развитый математический аппарат и доказуемость выводов.	Сложность для восприятия.
Иерархическое сетевое планирование	Наглядность	Негибкость и сложность применения	

	Планирование на основе теории решений	Результативность, подтверждённая практикой.	Методологическая слабость планирования, не учитывает резервы, инициативу, разнообразие микроуровня.
	Аналитическое планирование	Развитый математический аппарат и доказуемость выводов.	Не учитывает резервы, инициативу, разнообразие микроуровня.
	Планирование на основе precedентов	Результативность, подтверждённая практикой.	Обязательна база precedентов
	Планирование развития ситуаций	Субъективность.	Не учитываются стохастические факторы.

Каждый из типов планирования поддерживается информационными системами, которые разработаны для реализации методов и алгоритмов определенной технологии планирования, в том числе и для задач, связанных с развитием Smart city.

В таблице 2 представлены главные типы планирования и соответствующие ИС, которые поддерживают определенный тип планирования.

**Таблица 2.** Главные типы планирования и соответствующие ИС, которые поддерживают определенный тип планирования

№	Тип планирования	Методология	ИС, которые реализуют методологию
1	Целенаправленное планирование (ЦП).	STRIPS	Strips [15], Warplan [23], Interplan, WireLess, RAPSim, PTV Visum
2	Частично упорядоченное планирование (ЧУП). ЦП.	NOAH	Noah [21], Nonlin [20], Tweak [17], Ucspot [19]
3	Планирующий граф (ПГ). ЧУП. ЦП.	GRAPHPLAN	Graphplan, Ipp [15]
4	Иерархическое планирование.	O – PLAN	O-Plan, Planers-1 [18], Optimum.Aiv [22]
5	Планирование на основе временных ограничений. ЧУП.	DEVISER	Deviser [23], Ixtet [20], Deskarre [20]
6	Планирование на основе временных ограничений. ЧУП. Линейное программирование (ЛП).	ZENO	Zeno [24]
7	ЛП.	LPSAT	Lpsat [25], Satplan [26], Maxplan [27]
8	Марковские процессы. Динамическое программирование. Планирующий граф.	PGRAPHPLAN	Pgraphplan [28], Tgraphplan [28], Spi [29]
9	Ситуационное моделирование. Планирование развития ситуаций.	ROBOCUP	Robocup [30], Copycat [30]

**Неопределенности, имеют место при любых видах планирования развития Smart city. В задачах динамического планирования развития Smart city неопределенности связаны с риском.**

Риски присущи любой деятельности, а с развитием научной и технологической сфер количество имеющихся и потенциальных рисков значительно возрастает.

Сегодня процесс управления рисками рассматривается как ключевое направление прикладного менеджмента, значительное внимание уделяется изучению рисковых сфер и основных видов рисков, поиска эффективных методов их оценки, контроля и мониторинга, а также созданию соответствующих систем риск-менеджмента.

Анализ рисков в различных прикладных задачах - очень широкая и быстро растущая отрасль исследований. Эффективность решения любой проблемы главным образом зависит от правильности и обоснованности принятия решений на всех этапах решения задач и, независимо от сложности задач, которые решаются, что в свою очередь невозможно без учета рисков. Для управления любым процессом или для решения задач планирования нужно уметь анализировать риск, оценивать его степень, предвидеть последствия от принятого решения и не выходить за допустимые пределы риска. То есть для эффективного решения задач динамического планирования необходимо проявлять риск, предвидеть его, стремясь снизить его до максимально низкого уровня.

Классическое определение риска приведены в работе Ф. Найта [32]. Согласно этому определению, ситуации, связанные с риском, характеризуются известными вероятностями. При этом риск определяется как любые непредсказуемые изменения состояния системы. При построении математических моделей любого процесса или системы всегда возникает необходимость оценки возможностей и последствий изменения состояний в процессе или системе, которые моделируются. Поэтому сроки риска имеют интегрированный характер. Существование риска в системах непосредственно связано с неопределенностью. Неопределенность неоднородна по форме и по составу. Ф. Найт строит процесс принятия решений в объединении понятий риска и неопределенности [32].

В работах [33, 34] авторы определяют риск как математическое ожидание потерь через выбор того или иного решения. В [33] дается следующее определение риска: «Риск - это вероятность возникновения убытков или не получения доходов по сравнению с прогнозируемым вариантом». Во многих работах предлагается оценивать риск как «вероятность ошибки или успеха того или иного выбора в ситуации с несколькими альтернативами».

В работах [35, 36] рассмотрено создание общей теории рисков. В работах [37, 38] рассмотрено понятие многофакторных рисков.

Учет всех типов рисков и неопределенностей является главной задачей динамического планирования. От качества решения этой задачи зависит эффективность решения задач динамического планирования в целом.

В результате анализа различных методологий построения динамических планов и различных ПП были выделены основные аспекты применения информационных технологий для решения задач динамического планирования развития Smart city: системный анализ прикладной задачи планирования и анализ исходных данных для точного определения целей планирования; построение информационных и математических моделей для создания структур динамических планов, оценки неопределенностей и рисков; построение функций прогнозирования развития Smart city; решение задач принятия решений на основе мультимодельного и многокритериального подхода; многокритериальное оценивания при построении динамических планов на этапе создания и в процессе реализации; создание информационно-аналитических систем для решения задач динамического планирования развития Smart city.

Фактически задача динамического планирования развития Smart city представляет собой многоцелевую задачу. Многоцелевые задачи оптимизации и принятия решений встречаются в различных областях: производстве, в процессах проектирования, финансировании, управления подвижными объектами, нефтяной и газовой промышленности, автомобильного дизайна и др., или там, где оптимальные решения должны быть приняты в присутствии компромиссов между двумя или более противоречивыми целями. Максимизация прибыли и минимизация затрат на продукт; максимальная производительность и минимизация расхода топлива транспортных средств являются примерами многих объективных проблем оптимизации.

Если многоцелевое решение хорошо сформировано, не должно быть единого решения. Одновременно минимизируется полнота каждой цели. Ищется такое решение, для которого каждая цель будет оптимизирована и если мы пытаемся оптимизировать его дальше, то в результате этого пострадают другие цели.

Нахождение такого решения является целью при создании и решении многоцелевых задач оптимизации и принятия решений в ходе развития Smart city.

### Выводы.

Как показано в статье, существующие методы и технологии динамического планирования развития сложных систем, к которым безусловно можно отнести и Smart city, не лишены определенных недостатков. Это обстоятельство позволяет говорить о возможности улучшения их работы, создания новых методов и алгоритмов. В целом анализ технологий динамического планирования и принятия решений по развитию Smart city показал наличие следующих нерешенных проблем:

1. Отсутствие общей теории и методологии решения задач динамического планирования и принятия решений по развитию Smart city с учетом неопределенностей и рисков разного типа.
2. Отсутствие теоретического описания построения (синтеза) структурных элементов динамических планов по развитию Smart city с учетом неопределенностей и рисков внешней среды.
3. Необходимость в разработке адекватных методов и информационных технологий моделирование различных, сложных видов знаний и процессов, необходимых на разных этапах построения динамического плана развития Smart city.
4. Необходимость в разработке адаптивных методов и информационных технологий прогнозирования, необходимых для построения эффективного динамического плана и принятия решений по развитию Smart city.
5. Отсутствие метода создания информационных технологий интеграции и комбинированного использования методов анализа данных, методов моделирования, методов принятия решений, методов прогнозирования для построения динамических планов развития Smart city.
6. Необходимость в разработке информационно-аналитических систем для решения задач динамического планирования и принятия решений с учетом разнотипных неопределенностей и рисков с адаптацией к изменениям внешней окружающей среды.

Таким образом, проблема эффективного решения задач динамического планирования и принятия решений, как нового инструмента современных информационных технологий планирования и прогнозирования, по развитию Smart city, а также недостаточный уровень научного и методологического исследования этих вопросов, делает актуальным проведение новых глубоких исследований в данной области.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. Journal of Urban Technology, 22(1), 2015, pp. 3-21.
- [2] Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. Cities, 47, pp. 95-106.
- [3] Glasmeier, Amy, and Susan Christopherson. "Thinking about smart cities.", 2015 г.; pp. 3-12.
- [4] Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. Internet of things for smart cities. IEEE Internet of Things journal, 1(1), 2014 г, pp. 22-32.
- [5] Paroutis, S., Bennett, M., & Heracleous, L. A strategic view on smart city technology: The case of IBM Smarter Cities during a recession. Technological Forecasting and Social Change, 89, 2014 г, pp. 262-272.
- [6] Hollands, R. G. Critical interventions into the corporate smart city. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 2015, 8(1), pp. 61-77.
- [7] Angelidou, M. Smart city policies: A spatial approach. Cities, 41, 2014 г, S3-S11.
- [8] Блюмин С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмин, И.А.Шуйкова, Липецк: ЛЭГИ, 2001 г., 138 с.
- [9] Гожий А.П. Многокритериальные эволюционные методы и алгоритмы в задачах принятия решений сценарного планирования / А.П.Гожий // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных трудов, Выпуск №2 (79). Днепропетровск, 2012, с.20-29.
- [10] de Neufville R. S. Dynamic Strategic Planning for Technology Policy, MIT Press, Cambridge, MA, 2008.
- [11] de Neufville R. S. Applied Systems Analysis - Engineering Planning and Technology Management, McGraw-Hill, New York, NY, 1990.
- [12] Nijkamp P. Interactive multiple goal programming / P. Nijkamp. – F. University, A. Spronk: Rotterdam Preliminary and Confidential Research Memorandum, 1978.
- [13] Кучеров, Ю. Н., Бушуев, В. В., Иванов, А. В., Корев, Д. А., Утц, С. А., & Шихина, А. В.. Комплексное развитие новых технологий энергожизнеобеспечения Smart Cities. *Окружающая среда и энерговедение*, 2019, (3).
- [14] Куприяновский, В. П., Намиот, Д. Е., & Куприяновский, П. В. Стандартизация Умных городов, Интернета Вещей и Больших Данных. Соображения по практическому использованию в России. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, 4(2).
- [15] Anderson C. Conditional effects in Graphplan / C.Anderson, D.Smith, D.Weld // In Proc. 4th Int. Conf.AI Planning System. –1998.

## • Технические науки

- [16] Fikes R. STRIPS: A new approach to the application of theorem proving to problem solving / R.Fikes, N.Nillsson // Artificial Intelligence. –1971.– V2.–PP.189-208.
- [17] Chapman D. Planning for conjunctive goals / D.Champan // Artificial Intelligence. –1987. – 32(3), – PP.333-377.
- [18] Fuchs J.J.Plan- ERS.1: An expert planning system for generation spacecraft mission plans / J.J.Fuchs, A.Gasquet, B. Olalainy, V.W. Currie // In 1st Int. Conf. on Expert Planning Systems, Brighton. – 1999.
- [19] Penberthy J. UCPop: A sound, complete, partial order planner for ADL. / J.Penberthy, D.Weld // In Proc. 3th Int. Conf. on Principles of Knowledge Representation and Reasoning. – 1992. – pp. 103-114.
- [20] Tate A. Generating Project Networks / A.Tate // In Proc. 5th Int. Joint Conf. on AI, 1977. -pp. 888-893.
- [21] Sacerdoti E.D. The nonlinear nature of plans./ E.D.Sacerdoti // In Proc. Of IJCAI Tbilisi, Georgia. -1975. - p. 208-214.
- [22] Aarup M. OPTIMUM-AIV: A knowledge-based planning and scheduling system for spacecraft AIV: In Fox M. and Zweden M. editors, Knowledge Based Scheduling / M.Aarup. – Publisher: Morgan Kaufman, San Mateo, California, 1994.
- [23] Vere S. Planning in time: windows and durations for activities and goals / S.Vere // Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1983.- 5- pp. 246-267.
- [24] Penberthy J. Planning with continuous change / J. Penberthy: Ph.D. dissertation 93-12-01, Dept. of Computer Science and Engineering, U. Washington. – 1993.
- [25] Wolfman S. Combining Linear Programming and Satisfiability Solving for Resource Planning/S.Wolfman, D.Weld.-Knowledge Engineering Review.-1999.
- [26] Weld D. An introduction to least commitment planning / D.Weld // In AI Magazine, 1994.- 15(4). - pp.27-61.
- [27] Majercik S.M. Contingent planning under uncertainty via stochastic satisfiability / S.M.Majercik, M.L. Littman // In AAAI.- 1999.
- [28] Blum A. Langeford J. Probabilistic planning in the Graphplan framework. /A. Blum, J. Langeford // In AIPS-98 Workshop on Planning as Combinatorial Search. – 1998. – PP. 8-12.
- [29] Majercik S.M. MAXPLAN: a new approach to probabilistic planning / S.M.Majercik, M.L. Littman // In AIPS. – 1998. – PP.86-93.
- [30] Люгер Дж. Искусственный интеллект: стратегия и методы решения сложных проблем / Дж.Люгер. – М. Вильямс, 2003. – 864 с.
- [31] Akhmetov, B.S., Akhmetov, B.B., Lakhno, V.A., Malyukov, V.P. (2019). Adaptive model of mutual financial investment procedure control in cybersecurity systems of situational transport centers, News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, Volume 3, Issue 435, pp. 159-172.
- [32] Николис Г. Самоорганизация в неравновесных структурах: пер. с англ./ Г. Николис, И. Пригожин. - М.: Мир, 1979. – 327 с.
- [33] Haimes, Y. Y. *Risk modeling, assessment, and management* (Vol. 40). John Wiley & Sons. 2005.
- [34] Khodakarami, V., & Abdi, A.. Project cost risk analysis: A Bayesian networks approach for modeling dependencies between cost items. *International Journal of Project Management*, 2014, 32(7), 1233-1245.
- [35] Grandell, J. (2012). *Aspects of risk theory*. Springer Science & Business Media.
- [36] Daykin, C. D., Pentikainen, T., & Pesonen, M. *Practical risk theory for actuaries*. Chapman and Hall/CRC. 1993.
- [37] Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J., & Denuit, M. *Modern actuarial risk theory: using R* (Vol. 128). Springer Science & Business Media. 2008.
- [38] Bühlmann, H. *Mathematical methods in risk theory* (Vol. 172). Springer Science & Business Media., 2007.

Лахно В.А., Картбаев Т.С., Тогжанова К.О., Ахметов Б.Б.

### Күрделі жүйелерді динамикалық жоспарлау үшін әдістер мен ақпараттық технологияларды талдау

**Андатпа.** Smart city даму жолдарының динамикалық жоспарлау үшін әдістер мен ақпараттық технологияларға шолу және талдау жасалды. Smart city-ге жатқызуға болатын күрделі жүйелерді дамытуды динамикалық жоспарлаудың қолданыстағы әдістері мен ақпараттық технологиялары белгілі бір кемшіліктерден айрылмаған. Smart city дамыту бойынша динамикалық жоспарлау және шешім қабылдау технологияларын талдау шешілмеген проблемалардың бар екендігін көрсетті. Бұл проблемаларға - әртүрлі типтері белгісіздіктер мен тәуекелдерді ескере отырып, Smart city дамыту бойынша шешімдерді қабылдау және динамикалық жоспарлау міндеттерін шешудің жалпы теориясы мен әдіснамасының болмауы жатады. Сондай-ақ Smart city динамикалық даму жоспарын құрудың әр түрлі кезеңдерінде қажетті білім мен үдерістердің әр түрлі, күрделі түрлерін модельдеу барабар әдістер мен ақпараттық технологияларды әзірлеу бойынша жаңа зерттеулер қажет. Smart city дамыту бойынша тиімді динамикалық жоспарды құру және шешім қабылдау үшін қажетті болжаудың адаптивті әдістері мен ақпараттық технологияларын әзірлеу қажеттілігі негізделген.

**Кілттік сөздер:** Smart City, динамикалық жоспарлау, әдістер, модельдер, тәуекелдер.

УДК 681.51: 628.8

**B.Orazbayev, A. Tanirbergenova, K. Orazbayeva, R. Tuleuova, L.Kurmangaziyeva**

(L.N. Gumilev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan)

E-mail: batyr\_o@mail.ru; alua\_15.1982@mail.ru; kulman\_o@mail.ru; Tuleuova\_79@mail.ru;  
kurmangazieval@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF A COMPLEX OF MATHEMATICAL MODELS OF COLUMNS  
AND FURNACES OF A HYDROCLEANING BLOCK BASED ON THE BASIC  
INFORMATION OF VARIOUS CHARACTER**

**Abstract.** The results of the development of mathematical models of a stripping column, absorbers and a hydrotreating furnace for a hydrotreating unit of a catalytic reforming unit of the Atyrau Oil Refinery are presented. Since the objects of modeling - the main units of the hydrotreating unit of the reforming unit of the Atyrau Oil Refinery, operate in conditions of scarcity and fuzziness of the initial information, object models are developed on the basis of a systematic approach using available information of a different nature using appropriate methods for constructing mathematical models. Models describing the dependence of product yield on input parameters of columns and furnaces are developed in the form of regression models based on experimental statistical data. And the models that evaluate the quality indicators of the products produced are built on the basis of fuzzy information from expert experts in the form of fuzzy equations of multiple regression. To describe the dependence of the optimum value of the temperature of the hydrotreating process on the quality of raw materials, a linguistic model is constructed based on linguistic rules for conditional output and fuzzy information.

**Key words:** Hydrotreating, hydrotreating unit, hydrogenate, hydrotreating reactor, mathematical model, fuzzy information, membership function, fuzzy model.

**Б.Б. Оразбаев<sup>1</sup>, А.А. Танирбергенова<sup>1</sup>, К.Н. Оразбаева<sup>2</sup>, Р.У. Тулеуова<sup>3</sup>,  
Л.Т. Курмангазиева<sup>4</sup>**

(<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г.Нур-Султан,

<sup>2</sup>Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Казахстан, г. Нур-Султан,

<sup>3</sup>Атырауский государственный университет им. Х.Досмухамедова, Казахстан, г.Атырау,

<sup>4</sup>Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева, Казахстан, г.Атырау)

batyr\_o@mail.ru)

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОЛОНН  
И ПЕЧИ БЛОКА ГИДРОЧИСТКИ НА ОСНОВЕ ИСХОДНОЙ  
ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА**

**Аннотация.** Представлены результаты разработки математических моделей отпарной колонны, абсорбера и печи гидроочистки блока гидроочистки установки каталитического риформинга Атырауского нефтеперерабатывающего завода (НПЗ). Так как объекты моделирования - основные агрегаты блока гидроочистки установки риформинга Атырауского НПЗ, функционирует в условиях дефицита и нечеткости исходной информации, модели объектов разрабатываются на основе системного подхода, используя доступной информации различного характера с применением соответствующих методов построения математических моделей. Модели, описывающая зависимость выхода продукции от входных параметров колонн и печи разработаны в виде регрессионных моделей на основе экспериментально-статистических данных. А модели, оценивающие качественных показателей вырабатываемой продукции построены на основе нечеткой информации от специалистов-экспертов в виде нечетких уравнений множественной регрессии. Для описания зависимости оптимального значения температуры процесса гидроочистки от качества сырья на основе лингвистических правил условного вывода и нечеткой информации построена лингвистическая модель.

**Ключевые слова:** гидроочистка, блок гидроочистки, гидрогенез, математическая модель, нечеткая информация, функция принадлежности, нечеткая модель.

**1. Введение.** В блоке гидроочистки установки каталитического риформинга протекает процесс гидроочистки прямогонного бензина, вырабатываемого в установках первичной переработки нефти. Процесс гидроочистки позволяет улучшить качества бензина за счет удаления из его состава сернистых, а также и других вредных соединений и примесей, которые ухудшают эксплуатационные характеристики технологического оборудования [1, 2]. Таким образом, процесс гидроочистки позволяет снизить коррозию металлического оборудования и загрязнения окружающей среды и

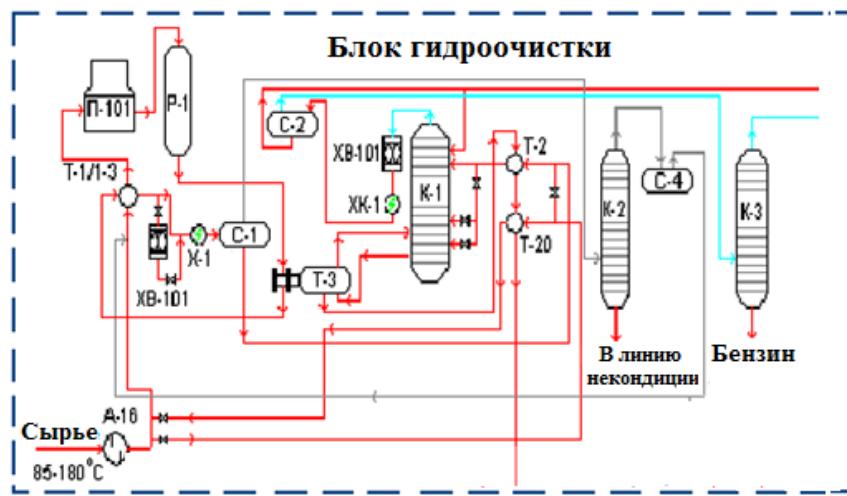
атмосферы. Следовательно исследование и совершенствование процессов гидроочистки нефтепереработки на основе методов математического моделирования и оптимизации является актуальной задачей технологической науки и нефтеперерабатывающего производства.

Объектами исследования с целью моделирования в данной работе являются отпарная колонна К-1, абсорбера К-2 и К-3, а также печь гидроочистки П-101, которые относятся к основным агрегатам блока гидроочистки установки каталитического риформинга Атырауского нефтеперерабатывающего завода (НПЗ). К целевым продуктам установки каталитического риформинга ЛГ-35-11/300-95 Атырауского НПЗ относятся высокооктановый товарный бензин и сжиженный бытовой газ. Данная установка состоит из 4-х блоков:

- блок предварительной гидроочистки сырья, т.е. прямогонного бензина, вырабатываемого на установке первичной переработки нефти;
- блок каталитического риформинга, где повышается октановое число гидроочищенного бензина;
- блок дегидратации и стабилизации катализата;
- блок очистки циркулирующих углеводородосодержащих газов моноэтаноламином (МЭА) и регенерации МЭА [1].

Технологическая схема блока гидроочистки установки каталитического риформинга Атырауского НПЗ, где приведены объекты исследования для которых разрабатываются модели и их взаимосвязи, представлена на рисунке 1.

Сырьем блока гидроочистки установки ЛГ Атырауского НПЗ является прямогонный бензин получаемый на установке первичной переработки нефти АВТ-3 ЭТ. Процесс гидроочистки протекает в среде водородсодержащего газа (ВСГ) и относится к каталитическим процессам, предназначенного для очистки и удаления из состава прямогонного бензина органических соединений серы, кислорода и азота, которые являются ядом для катализатора.



**Рис. 1.** Технологическая схема блока гидроочистки установки каталитического риформинга Атырауского НПЗ

Смесь сырья и ВСГ через насос А-16 подается на последовательно соединенные теплообменники Т-1/1-3, где за счет противотока газированного сырья из реактора Р-1 и рибойлера Т-3 подогревается до температуры 260 °C. Далее сырье подается на печь гидроочистки П-101. Из печи П-101 смесь сырья и газа с температурой 300-343 °C подается в реактор гидроочистки Р-1. В реакторе Р-1 с участием катализатора S-12 протекает реакция гидроочистки сырья, т.е. сырье предварительно гидроочищается от сернистых, азото и кислородо содержащих соединений. Тепло смеси нестабильного гидрогенизата, циркулирующего газа с выхода реактора и тепло реакции газов с температурой 340-420 °C используется для подогрева смеси сырья и газа сначала в теплообменнике Т-3 колонны отпаривания К-1, затем в теплообменниках Т-1/1-3 [3].

Продукция после охлаждения до температуры 35°C в холодильниках ХВ-101 и Х-1, поступает в сепаратор С-1, где ВСГ отделяется от жидкости и для очистки от водорода подается в абсорбер К-2. Газ с выхода абсорбера К-2 и после прохождения через сепаратор С-4 разделяется на два потока:

1) циркулирующий газ, после сжатия в компрессорах обратно подается в систему гидроочистки сырья;

2) избыточный ВСГ с выхода установки, жидкую фазу сепаратора С-1 проходит через теплообменник Т-2, здесь она подогревается до температуры 150°C и плавится на 7, 9, 23 тарелки отпарной колонны К-1. В колонне К-1, с гидрогенизацией с температурой до 270°C и давлением до 15 атм отпаривается серный водород и вода, кроме того с верха колонны отводятся легкие углеводороды.

После отпарной колонны К-1 общий состав сернистых соединений в гидрогенизаторе не должен превышать 0,0005% масс. Газы в состояние пары с верха колонны К-1 выходят с температурой 135 °C, проходят через ходолильники-конденсаторы ХВ-101 и ХК-1 и с температурой 35-40 °C подаются в сепаратор С-2. С сепаратора С-2 жидкую фазу возвращается в отпарную колонну К-1. Углеводородный газ с сепаратора С-2 для очистки от сероводорода поступает в абсорбер К-3. Углеводородный газ с верха абсорбера К-3 подается в фракционирующую абсорбцию другого блока или в топливный сеть завода.

Таким образом, в процесс гидроочистки происходит химическое преобразование вещества под воздействием водородного газа с высоким давлением и высокой температурой [2, 3]. В процессе гидроочистки в составе нефтепродуктов, топлив снижается сернистые соединения, происходит насыщение дополнительных ненасыщенных углеводородов, уменьшение состава смолы, кислородсодержащие соединения, а также гидрокрекинг молекул углеводородов.

Совершенствование процессов гидроочистки в НПЗ с помощью методов моделирования позволяет [4]:

- проведение процессов гидроочистки в оптимальном режиме;
- улучшение качественных показателей вырабатываемых нефтепродуктов.

В работе более подробно рассматривается первое направление совершенствования процессов гидроочистки, на примере блока гидроочистки установки каталитического риформинга Атырауского НПЗ. Известны исследовательские работы по методам математического моделирования и оптимизации технологических объектов и процессов нефтепереработки, в т.ч. процесса гидроочистки [5 – 9]. Известно, что на практике часто могут возникнуть производственные ситуации связанные с дефицитом и нечеткостью исходной информации, задачи моделирования и оптимизации режимов их работы, постановка и решения которых с помощью традиционных методов не обеспечивает адекватных решений. К таким объектам можно отнести блока гидроочистки установки ЛГ Атырауского НПЗ, основные агрегаты которых функционируют в условиях неопределенности, связанной со случайностью и с нечеткостью исходной информации [10].

Целью данной работы является разработка комплекса математических моделей колонн и печи гидроочистки блока гидроочистки установки каталитического риформинга Атырауского НПЗ на основе доступной информации различного характера, которая может быть использована при оптимизации параметров процесса и управлении режимами работы блока гидроочистки.

**2. Постановка задачи и методы их решения.** С целью создания системы оптимизации и управления режимами работы блока гидроочистки установки каталитического риформинга необходимо разработать комплекса математических моделей основных взаимосвязанных агрегатов данного блока, а именно отпарной колонны К-1, абсорбера К-2 и К-3, а также печи гидроочистки П-101. При разработке математических моделей перечисленных основных агрегатов блока гидроочистки могут возникнуть проблемы, связанные с дефицитом, неопределенностью и нечеткостью исходной информации. Неопределенность может быть вызвана из-за дефицита, случайности и нечеткостью доступной информации, необходимой для разработки математических моделей объектов. В этих случаях придется применить соответствующий подход, например гибридный метод, предложенный нами в работе [11], который позволяет построить математических моделей объектов на основе доступной информации различного характера.

Пусть  $\{\ddot{x}_i, i = \overline{1, l}\}$  и  $\tilde{x}_i, i = \overline{1, m}\}$  - множество доступных входных параметров объекта, которое характеризуются вероятностью -  $\ddot{x}$  и нечеткостью -  $\tilde{x}$ . Значения  $\{\ddot{x}_i, i = \overline{1, l}\}$  определяются с помощью измерительных приборов, но характеризуются случайностью. Значения  $\{\tilde{x}_i, i = \overline{1, m}\}$  оцениваются людьми, т.е. специалистами-экспертами на основе своих знаний, опыта и интуиций нечетко, т.е. словами, словосочетаниями и являются нечеткими.

На основе такой исходной информации различного характера необходимо идентифицировать структуры и параметры моделей основных агрегатов блока гидроочистки. При этом приходится использовать методы теории вероятностей, экспериментально-статистических методов разработки моделей, а также с модифицированных и адаптированных для работы в нечеткой среде известных методов, например метода последовательного включения регрессоров [12], и метода наименьших квадратов [13], а также гибридного метода построения моделей [11].

С применением перечисленных выше методов необходимо разработать комплекс математических моделей колонн К-1, К-2 и К-3, а также печи гидроочистки П-101. Для колонн блока гидроочистки К-1, К-2 и К-3 необходимо идентифицировать модели, позволяющие определить выход: гидрогенизата с отпарной колонны К-1; выход ВСГ с абсорбера К-2; выход углеводородсодержащего газа с абсорбера К-3, а также оценивающие основных качественных показателей продуктов этих колонн от их входных параметров. А математические модели печи гидроочистки П-101, должны определить объем сырья с газом и температуры потока с выхода печи в зависимости от значений входных параметров П-101.

**3. Результаты исследования - математические модели колонн и печи гидроочистки на основе статистической и нечеткой информации.** Для решения поставленной задачи, т.е. для разработки комплекса математических моделей исследуемых основных агрегатов блока гидроочистки, определяющие зависимость выходных параметров агрегата (продукт, его качества) от входных, режимных параметров используем доступную информацию различного характера.

Для определения оптимальной температуры процесса гидроочистки на основе экспертной информации и логического правила условных выводов и базы правил построена лингвистическая модель [9 – 11]. Полученная лингвистическая модель реализует логическую зависимость:

«Если сырье *тяжелое*, то температура процесса *низкая*,  
иначе если сырье *легкое*, то температура процесса *высокая*».

На основе экспертной оценки и с помощью методов теорий нечетких множеств в виде экспоненциальной зависимости построены функции принадлежности, описывающие нечеткие параметры лингвистической модели:

$\mu_A(m) = \exp\left(\left| (ts - 185)^{0.5} \right|\right)$  – *тяжелое* (термическая устойчивость низкая) сырье – прямогонный бензин;

$\mu_A(l) = \exp\left(\left| (ls - 165)^{0.5} \right|\right)$  – *легкое* сырье;

$\mu_B(n) = \exp\left(\left| (nt - 300)^{0.5} \right|\right)$  – *низкая температура*;

$\mu_B(v) = \exp\left(\left| (vt - 400)^{0.5} \right|\right)$  – *высокая температура*.

Таким образом, структура лингвистической модели, оценивающей оптимальной температуры в зависимости от качества сырья:

*If*  $\tilde{x}_1 \in \tilde{A}_1 \wedge \tilde{x}_2 \in \tilde{A}_2 \wedge \dots \wedge \tilde{x}_n \in \tilde{A}_n$ , *Then*  $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j$ ,  $j = \overline{1, m}$ ,

определенна с помощью логических правил условного вывода:

*If*  $\tilde{x}_1 \in \tilde{A}(ts)$  *Then*  $\tilde{y} \in \tilde{B}(nt)$ , *Else If*  $\tilde{x} \in \tilde{A}(ls)$ , *Then*  $\tilde{y} \in \tilde{B}(vt)$

В полученной лингвистической модели введены следующие обозначения:

$ts, ls, nt, vt$  – соответственно, «тяжелое сырье»; «легкое сырье»; «низкая температура» и «высокая температура»;

$\tilde{x}, \tilde{y}$  – соответственно, входные и выходные лингвистические переменные, которые описывают качество сырья и оптимальной температуры процесса гидроочистки;

$\tilde{A}, \tilde{B}$  – нечеткие подмножества, описывающие  $\tilde{x}$  и  $\tilde{y}$ .

Приводим результаты разработки математических моделей колонн К-1, К-2 и К-3, которые относятся к основным агрегатам блока гидроочистки.

Отпарная колонна К-1 блока гидроочистки предназначена для выделения пары воды и сероводорода из продукции, т.е. из гидрогенизата. Состав сернистых соединений в продукции не должно превышать 0,0005% мас. Колонна К-2 блока гидроочистки является абсорбером, предназначенным для очистки из углеводородных газов водорода. А колонна К-3 блока гидроочистки также является абсорбером во втором происходит очистка сероводорода из углеводородных газов.

В результате исследования режимов работы колонн К-1, К-2, К-3 и анализа данных, а также с учетом дополнительной нечеткой информации полученной от специалистов-экспертов для разработки математических моделей этих колонн принято решение использовать гибридный метод разработки моделей [11, 14].

На основе данных исследования работы колонн К-1, К-2 и К-3 и результатов экспертной оценки выделены следующие входные ( $x$ ) и выходные ( $y$ ) параметры, описывающие режимов их работы:

$x_1$  — объем сырья на входе колонн;

$x_2$  — температура на входе;

$x_3$  — давление в колоннах;

$x_4$  — объем орошения колонны К-1;

$y_1$  — объем гидрогенизата с выхода колонны К-1;

$y_2$  — объем ВСГ с выхода колонны К-2;

$y_3$  — объем углеводородсодержащего газа с выхода колонны К-3;

$\tilde{y}_4$  — состав сернистых соединений гидрогенизата, качество продукта К-1;

$\tilde{y}_5$  — состав ВСГ, качество продукта колонны К-2;

$\tilde{y}_6$  — состав углеводородсодержащего газа, качества продукта колонны К-3.

Входные параметры колонн  $x_1, x_2, x_3, x_4$ , т.е. расходы сырья, температура на входе, давление в колоннах и объем орошения колонны К-1, и выходные параметры  $y_1, y_2, y_3$ , описывающие объемы продуктов на выходе колонн являются измеряемыми параметрами. Это означает, что можно собрать статистических данных этих параметрах:  $x_i, i = \overline{1,4}$ ;  $y_j, j = \overline{1,3}$ . А показатели качества вырабатываемых в колоннах К-1, К-2 и К-3 продуктов:  $\tilde{y}_j, j = \overline{4,6}$  описываются нечетко. Поэтому эти нечеткие показатели качества оцениваются экспертами, формализуются и обрабатываются с помощью методов теорий нечетких множеств [15, 16].

Таким образом, структуры математических моделей отпарной колонны К-1, абсорберов К-2 и К-3 блока гидроочистки идентифицированы на основе метода последовательного включения регрессоров и его модификации в виде следующих нелинейных регрессионных (1) и нечетких регрессионных (2) уравнений:

$$y_j = a_{0j} + \sum_{i=1}^4 a_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{k=i}^4 a_{ikj} x_{ij} x_{kj}, \quad j = \overline{1,3}; \quad (1)$$

$$\tilde{y}_j = \tilde{a}_{0j} + \sum_{i=1}^4 \tilde{a}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{k=i}^4 \tilde{a}_{ikj} x_{ij} x_{kj}, \quad j = \overline{4,6}; \quad (2)$$

Идентификация параметров, т.е. коэффициентов регрессии  $a_{0j}, a_{ij}, a_{ikj}$ ,  $i = \overline{1,4}; k = \overline{i,4}; j = \overline{1,3}$  регрессионных моделей (1) проведена на основе метода наименьших квадратов с использованием статистических данных объекта.

Для идентификации нечетких параметров  $\tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{ij}, \tilde{a}_{ikj}$ ,  $i = \overline{1,4}; k = \overline{i,4}; j = \overline{4,6}$  нечетких регрессионных моделей (2) на основе множества уровня  $\alpha$  нечеткие уравнения преобразованы на систему четких уравнений, которые являются эквивалентными исходным нечетким уравнениям. Тогда

получаются модели, описывающие качества продукта с выхода колонн в виде множественной регрессии для каждого  $\alpha$  уровня. Так как, полученные уравнения имеют вид регрессионных уравнений, задача идентификации их неизвестных коэффициентов  $\alpha_{ij}^{\alpha_q}, i = \overline{0,4}, j = \overline{4,6}, q = \overline{1,3}$  могут быть решены с применением известных методов параметрической идентификации, например с помощью метода наименьших квадратов. В этой работе для идентификации коэффициентов регрессии использован пакет программ REGRESS, который на основе модифицированных методов наименьших квадратов позволяет определить коэффициентов регрессии линейных и нелинейных регрессионных моделей с любым количеством входных параметров  $x_i, i = \overline{1, n}$ .

Для определения объема целевой продукции колонны К-1, т.е. гидрогенизата после параметрической идентификации модели (2) при  $j = 1$  получены следующие результаты:

$$y_1 = f_1(x_{11}, x_{21}, x_{31}, x_{41}) = -3,65 + 0,2433x_{11} + 0,0365x_{21} + 1,8250x_{31} - 1,3272x_{41} + 0,0018x_{11}^2 + \\ + 0,00009x_{21}^2 - 0,1141x_{31}^2 - 0,0603x_{41}^2 + 0,00041x_{11}x_{21} + 0,02027x_{11}x_{31} + 0,00456x_{21}x_{31}$$

Также с применением методов последовательного включения регрессоров и наименьших квадратов идентифицированы структуры (1) и параметры абсорбера колонны К-2 и К-3, т.е. определены объем ВСГ с абсорбера К-2 ( $y_2$ ) и выход углеводородсодержащего газа с колонны К-3 ( $y_3$ ):

$$y_2 = f_2(x_{12}, x_{22}, x_{32}) = 84,9999 + 0,2982x_{12} + 2,8333x_{22} - 2,4285x_{32} + 0,0001x_{12}^2 + 0,0944x_{22}^2 - \\ + 0,0694x_{32}^2 - 0,0066x_{12}x_{22} - 0,0028x_{12}x_{32} + 0,2428x_{22}x_{32}; \\ y_3 = f_3(x_{13}, x_{23}, x_{33}) = 83,4999 + 0,2973x_{13} + 2,7833x_{23} - 7,5909x_{33} - 0,0001x_{13}^2 + 0,0927x_{23}^2 - \\ - 0,6901x_{33}^2 - 0,0065x_{13}x_{23} + 0,0090x_{13}x_{33} + 0,7591x_{23}x_{33}.$$

Для определения показателей качества продукции колонн  $\tilde{y}_4, \tilde{y}_5, \tilde{y}_6$  можно идентифицировать нечетких параметров моделей (2) оценки качества продукции с колонн К-1, К-2 и К-3:  $\tilde{y}_j, j = \overline{4,6}$ . Для этого можно использовать подход предложенный нами в работе [9].

*Математические модели печи гидроочистки П-101 блока гидроочистки.*

Цилиндрическая печь гидроочистки П-101 предназначена для подогрева продукта гидроочистки, т.е. гидрогенизата до требуемой регламентом температуры.

По результатам исследования и анализа выделены следующие основные параметры, которые влияют на работу печи П-101 и на процесс гидроочистки:

$x_1$  — расход, объем сырья на входе печи П-101, в интервале  $60 \div 80 \text{ м}^3/\text{час.}$ ;

$x_2$  — температура на входе печи П-101, в пределе  $170 \div 190 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$x_3$  — давление в печи П-101, в интервале  $40 \div 43 \text{ кг/см}^2$ .

В результате анализа собранных данных и исследования режимов работы печи гидроочистки для разработки ее модели выбран экспериментально-статистический метод. Оптимальный режим работы печи можно выбрать на основе математической модели, описывающей влияние входных переменных на выходные параметры, т.е. позволяющей получить информацию о тепловой работе печи. Математическое описание, которое является основой математической модели, должно определить параметров тепловой работы печи [17].

Основной недостаток используемых до настоящего времени методов расчета печей заключается в том, что в этих методах определяют только интегральные показатели процесса теплообмена, не определяют возможность прогрева труб печи. В последние времена предложены методы моделирования, основанные на теоретические исследования, позволяющие определить локальные показатели теплообмена, например, зональный метод. В математическом плане смысл метода зонального расчета: замена описывающих процесс теплообмена интегрально-дифференциальных уравнений, с аппроксимирующей их ограниченной системой алгебраических уравнений. Путем решения полученных алгебраических уравнений определяются энергетические характеристики теплообмена,

т.е. температура и потоки локальных зон. С этой целью печи исследования разделяются на ограниченное число площадных и объемных зон, имеющих одинаковые радиационные свойства. Данный подход при расчете печи может обеспечивать достаточную точность, для повышения точности необходимо увеличить число зон. Однако данный способ является достаточно сложным и сбор необходимой информации для его применения на практике также затруднен.

Для моделирования работы промышленных печей в диалоговом режиме и оперативного получения необходимой информации и результатов требуется несложные модели. По этой причине за основу алгоритма моделирования можно использовать аналитический метод Н.И. Белоканя, основанного на совместное решение уравнений теплопередачи и теплового баланса [18].

Для расчета выходных параметров печи гидроочистки П-101 на основе статистических и экспериментальных данных идентифицированы регрессионные модели. При этом закон распределения случайных измерений  $\varepsilon_j$  принимается близко к нормальному закону, т.е.  $M[\varepsilon_j] = 0$ ,  $D[\varepsilon_j] = G^2 = const$ ,  $j = \overline{1, m}$ .

Таким образом, структура модели, оценивающие выход печи гидроочистки:  $y_1$  – объем смеси сырья и газа и  $y_2$  – температуры выходного потока из печи, идентифицированы в виде следующих нелинейных регрессионных уравнений:

$$y_j = a_{0j} + a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + a_{3j}x_3 + a_{4j}x_1^2 + a_{5j}x_2^2 + a_{6j}x_3^2 + a_{7j}x_1x_2 + a_{8j}x_1x_3 + a_{9j}x_2x_3 + \varepsilon_j, j = \overline{1, 2} \quad (3)$$

В модели (3) приняты следующие обозначения:  $a_{ij}, i = \overline{0, 3}, j = \overline{1, 2}$  параметры модели, которые должны быть идентифицированы, для их оценки можно использовать известного метода наименьших квадратов;  $x_1, x_2, x_3$  – режимные параметры печи П-101, соответственно: объем сырья ( $x_1$ ); температура на входе печи ( $x_2$ ) и давление в печи П-101 ( $x_3$ ).

Результаты идентификации регрессионных коэффициентов модели (3) с применением обработанных статистических данных и с помощью программы REGRESS:

$$y_1 = 3,7500 + 0,2922x_1 + 0,0208x_2 - 0,0893x_3 + 0,0025x_1^2 + 0,0001x_2^2 + 0,0021x_3^2 + \\ + 0,0011x_1x_2 + 0,0023x_1x_3 + 0,0045x_2x_3;$$

$$y_2 = 17,0000 - 0,2208x_1 + 0,7555x_2 + 0,4047x_3 - 0,0028x_1^2 + 0,0016x_2^2 - 0,0096x_3^2 + \\ + 0,0037x_1x_2 + 0,0157x_1x_3 + 0,0045x_2x_3.$$

В результате системного анализа и экспертных оценок определены, что для теплообменников и сепараторов блока гидроочистки соответственно наиболее эффективными являются разработка статистических и детерминированных моделей с применением соответствующих методов.

**4. Обсуждение результатов.** Предложенный в работе подход к разработке математических моделей комплекса взаимосвязанных технологических объектов на основе доступной информации различных видов позволяет разработать моделей реальных технологических объектов в условиях дефицита и нечеткости исходной информации.

Структуры разработанных математических моделей основных агрегатов блока гидроочистки: отпарной колонны К-1, абсорбера К-2, К-3 и печи гидроочистки П-101 идентифицированы в виде нелинейных регрессионных уравнений. При этом уравнения, описывающие объем продукции с агрегатами имеют вид обычного уравнения множественной регрессии, а уравнения, описывающие качественные показатели продукции с агрегатами К-1, К-2, К-3  $\tilde{y}_j, j = \overline{4, 6}$  имеют вид нечетких уравнений множественной регрессии.

В условиях нечеткости и входных, и выходных параметров, т.е. когда вход и выход реактора гидроочистки описываются лингвистическими переменными, предлагается на основе логических правил условного вида строить лингвистические модели. Данный подход реализован при построении лингвистической модели, описывающей зависимости значения оптимальной температуры процесса гидроочистки от качественных показателей исходного сырья. При этом для построения функции принадлежности нечетких параметров выбрана экспоненциальная зависимость, имеющая настроечные коэффициенты для более точной аппроксимации функции. Разработанные модели могут быть применены при оптимизации параметров процесса, при выборе оптимальных рабочих режимов объекта и управления процессом гидроочистки.

**5. Заключение.** В работе проведены результаты исследования основы процессов гидроочистки и направления модернизации, совершенствования гидроочистки в НПЗ. Представлены основные результаты, полученные по направлению проведения процессов гидроочистки в оптимальном режиме на основе разработки и моделирования режимов работы реактора гидроочистки.

Разработаны математические модели основных агрегатов блока гидроочистки отпарной колонны К-1 и абсорбентов К-2, К-3, а также печи риформинга П-101 установки каталитического крекинга Атырауского НПЗ, которые характеризуются дефицитом и нечеткостью исходной информации. Для решения проблем дефицита исходной информации и разработки математических моделей предлагается использовать доступной информации различного характера с применением гибридного метода разработки моделей. Математические модели основных агрегатов блока гидроочистки разработаны на основе экспериментально-статистических данных и нечеткой информации от специалистов-экспертов. Математические модели определения объема продуктов с выхода агрегатов идентифицированы в виде статистических моделей регрессионного типа, а модели, оценивающие нечетко описываемых качественных показателей вырабатываемых продуктов – в виде нечетких уравнений. Структурная идентификация разрабатываемых моделей проведена на основе идеи метода последовательного включения регрессоров, а параметрическая идентификация осуществлена с помощью модифицированного метода наименьших квадратов с применением пакета программ REGRESS.

С применением лингвистических правил условного вывода построена лингвистическая модель, позволяющая описать зависимость оптимального значения температуры от качества исходного сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аспель Н.Б., Демкина Г.Г. Гидроочистка моторных топлив. -СПб.: Химия, 2017. -160 с.
- [2] Петров В.В., Моисеев А.В., Бурдакова Е.С., Красий Б.В. Гидроочистка прямогонных топлив на шариковых алюмомонельмolibденовых катализаторах // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2016. №2. - С. 16-19.
- [3] Технологический регламент установки каталитического риформинга ЛГ-35-11/300-95 Атырауского нефтеперерабатывающего завода. –Атырау: 2017, -218 с.
- [4] Алиев Р.Р., Елшин Н.А. Стратегия усовершенствования процесса гидроочистки нефтяных фракций // Нефтепереработка и нефтехимия. 2015. №4. - С. 8-10.
- [5] Sharikov Yu.V., Petrov P.A. Universal model for catalytic reforming// Chemical and Petroleum Engineering. 2013. Vol. 43. No 9, P. 580-597.
- [6] Seif Mohaddecy S.R., Zahedi S., Sadighi S., Bonyad H. Reactor modeling and simulation of catalytic reforming process // Petroleum & Coal 2006. №48(3). P. 28-35.
- [7] Сотников В.В., Борзов А.Н., Сибаров Д.А., Лисицын Н.В. Математическая модель для управления процессом гидроочистки ДТ// Информационные технологии в науке, образовании и производстве: Сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф.- Орел: ОрелГТУ, 2004. Т. 3. -С. 43- 48.
- [8] B.V. Orazbayev, D.O. Kozhakhmetova, K.N. Orazbayeva, G. Y. Berikkhanova. Development of System of Model Columns K-1, K-2 And K-3 for Fluid Catalytic Cracking Unit based on Varying Information // Workshop The 2nd Int. Conf. on Information Management and Processing. 2019. -P. 122-125. Doi.org/10.1145/3312714.3312727.
- [9] Orazbayev B.B., Ospanov Ye.A., Orazbayeva K.N., Makhatova V.E., Urazgaliyeva M.K., Shagayeva A.B. Development of mathematical models of R-1 reactor hydrotreatment unit using available information of various types // Journal of Physics: Conference Series 1399. 2019. 044024. –P.1-6. doi:10.1088/1742-6596/ 1399/4/044024.
- [10] Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л.Т. Разработка математических моделей и оптимизация химико-технологических систем при нечеткости исходной информации. –М.: Российская Академия Естествознания. 2014. –163 с.
- [11] Orazbayev B.B., Ospanov E.A., Orazbayeva K.N., Kurmangazieva L.T. A Hybrid Method for the Development of Mathematical Models of a Chemical Engineering System in Ambiguous Condition // Mathematical Models and Computer Simulations. –2018. –V. 10. –P. 748-758.
- [12] Валеев С.Г. Регрессивное моделирование при обработке наблюдений. -М.: Наука. 1991. -272 с.

- [13] Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления. –Самара: СГТУ. 2009. -142 с.
- [14] Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. – Алматы: Изд-во «Пикула и К», 2009. – 304 с.
- [15] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. 2011. Vol. 184. P. 3–17.
- [16] Рыжов А.П. Теория нечетких множеств и ее приложений. –М.: МГУ. 2017. –115 с.
- [17] Лисиенко В.Г., Волков В.В. Математическое моделирование теплообмена в печах и агрегатах. -Киев: Наукова думка. 2008. –257 с.
- [18] Белоконь Н.И. Аналитические основы теплового расчета трубчатых печей // Нефтяная промышленность. 1981. №3. –С.104-112.

Оразбаев Б.Б., Танирбергенова А.А., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т., Тулеуова Р.У.

**Түрлі сипаттағы бастапқы ақпарат негізінде гидротазалау блогының колонналарының және пешінің математикалық модельдері кешенін жасақтау**

**Түйіндеме.** Атырау мұнай өндеу зауыты (МӨЗ) каталитикалық риформинг кондырғысы гидротазалау блогының буландыру колоннасының, абсорберлерінің және гидротазалау пешінің математикалық модельдерін құру нәтижелері келтірілген. Модельдеу нысандары – Атырау МӨЗ гидротазалау блогы негізгі агрегаттары бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі мен айқын еместігімен сипатталындықтан, нысандар модельдері жүйелік тәсілдеме негізінде түрлі сипаттағы қол жетімді ақпараттарды және модельдерді құрудың сәйкесінше тәсілдерін қолдана отырып құрылған. Колонналар мен пеш шығысындағы өнімдердің кіріс параметрлеріне байланысын сипаттайтын модельдер эксперименталдық-статистикалық тәсілдер негізінде регрессиялық модельдер түрінде құрылған. Ал өндірілетін өнімнің сапа көрсеткіштерін сипаттайтын модельдер маман-эксперттерден алынған айқын емес ақпарат негізінде айқын емес регрессиялық тендеулер түрінде тұрғызылған. Гидротазалау процесі температурасының оптимальды мәнінің шикізат сапасына тәуелділігін сипаттау үшін шырты қорытындылау лингвистикалық ережелері мен айқын емес ақпарат негізінде лингвистикалық модель құрылған.

**Кілттік сөздер:** гидротазалау, гидротазалау блогы, гидрогенизат, математикалық модель, айқын емес ақпарат, тиістілік функциясы, айқын емес модель.

УДК 620.9 (470.21)

**B.T.Abykanova<sup>1</sup>, A.K.Sariyeva<sup>2</sup>, K.B.Kabiden<sup>3</sup>, B.A.Murynov<sup>4</sup>**

(<sup>1,3,4</sup> Kh. Dosmukhamedov Atyrau state university, Atyrau, Kazakhstan

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail:kabidenov.k@yandex.ru)

**PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF OPTIMIZATION OF ENERGY  
EFFICIENCY OF OPTIMIZATION**

**Abstract.** This article explains the need for sustainable growth of prices for natural energy resources, reduction of air emissions and greenhouse gas emissions, as well as the need to solve energy conservation and energy efficiency issues. It is assumed that in the course of international practice of increasing energy efficiency and in the study of similar companies at the level of private industrial enterprises, their interaction is assumed. Experimental analyzes are performed to confirm this.

**Key words:** Energy efficiency, energy saving, KEGOC JSC, line losses

**Б.Т.Абыканова<sup>1</sup>, А.К.Сариева<sup>2</sup>, К.Б.Кабиден<sup>3</sup>, Б.А.Мурынов<sup>4</sup>**

(<sup>1,3,4</sup> Х.Досмұхамедова атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау, Қазақстан

<sup>2</sup>әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, mail: kabidenov.k@yandex.ru)

**ЭНЕРГИЯНЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ АРҚЫЛЫ ЭНЕРГИЯ  
ТИІМДІЛІГІН АРТТАРУ**

**Аннотация.** Бұл макалада табиғи энергия ресурстарына бағаның тұрақты өсуі, атмосферага зиянды заттар мен парникті газдар шығарындыларының темендеуі, энергияны үнемдеу және энергия тиімділігі мәселелерін шешу қажеттілігі түсіндіріледі. Энергия тиімділігін арттырудың халықаралық тәжірибесін жүргізген кезде және жеке өнеркәсіптік кәсіпорындар деңгейінде ұқсас компанияларды зерттеу кезінде олардың өзара ықпалы туралы болжам жасалды. Оны растау үшін тәжірибелік талдаулар жүргізіледі.

**Кілттік сөздер:** энергия тиімділігі, энергия үнемдеу, KEGOC АК, желідегі шығындар.

## КИРІСПЕ

Қазіргі уақытта кез келген өнеркәсіптік кәсіпорында энергия үнемдеудің негізгі бағыты негізгі өндірістің жұмыс істеуіне энергия ресурстарының шығынын азайту және оңтайландыру болып табылады. Энергия үнемдеудің басқа бағыты желдету, жылдыту, автокөліктемен және тетіктемен моторлы отын шығынын оңтайландыру және су шығынын төмендету және оңтайландыру, сондай-ақ ғимараттар мен құрылыштарды кондиционерлеу болып табылады [1]. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жұмыс істеу тиімділігі, ең алдымен, жалпы шығындардағы энергетикалық ресурстарды сатып алуға жұмсалған шығындардың үлесімен анықталады, бұл өнімнің өзіндік құнына әсер етеді. Бұл үлес төмен болған сайын, кәсіпорын табысының деңгейі соғұрлым жоғары және отын-энергетика ресурстарын пайдалану тиімділігі соғұрлым жоғары болатынын көрсетеді [2].

Біздің ел экономикасының өсуі әлемдік экономикалық және қаржылық дағдарыстар жағдайында да энергия тапшылығымен тежелмеуі тиіс, сондықтан да энергия үнемдеу бүгінгі қуні шығынды аз тәсілмен және қысқа мерзімде (өндіруші салалардың құрылышымен салыстырғанда) құрылыш пен өнеркәсіптің өсу қарқынын төмендетпей, энергия тұтынуды төмендетуге және дамыған елдердің ЖІӨнің (жалпы ішкі өнім) энергия сыйымдылық көрсеткіштеріне қол жеткізуге мүмкіндік беретін баламасыз және жалғыз құрал [1].

Жыл сайын Қазақстанда жалпы тұтынудан жарықтандыру қажеттілігіне тоғыздан бір бөлігі жұмсалады, сондықтан жарықтандыруға энергия шығынын төмендету энергия тұтынуды төмендету бойынша басым бағыттардың бірі болып табылады. Energyprom.kz энергетикалық қызметтінің мәліметінше, егер 2016 жылдың 1-тоқсанындағы Қазақстандағы электр энергиясын тұтынуды қарастыратын болсақ, тұтыну 24,4 млрд кВт / сағ құраған. Жарықтандыру үшін электр энергиясының құнын есептеу кезінде шамамен 3,2 млрд кВт / сағ шығады. Қеміркышқыл газының бұл мөшері климаттың өзгеруіне, сонымен катар қоңтеген ауруларға әкеледі. Жарықтандыру үшін энергия шығынын азайту парниктік газдар шығарындыларының экологиялық жағдайын едәуір жаксарта түсетіні анық. Осыған байланысты жарықтандыру жүйесінің тиімділігін арттыру өзекті мәселеге айналуда. Тұтастай алғанда, бұл елдің энергетикалық балансына және электр станцияларының жұмысымен туындаған экологиялық жағдайға әсер етеді [3].

Қазақстан Республикасының қалаларында мемлекеттік сектордағы 10000-нан астам кәсіпорындар мен ұйымдардың айтартылқтай энергия үнемдеу әлеуеті бар, өйткені олар жылу энергиясын желдету жүйелерінде, ғимараттарды ыстық сумен жабдықтау және жылдыту жүйелерінде ұтымсыз пайдаланумен байланысты жоғары жылу тұтыну нормаларына ие. Әсіресе жылу шығындары «жұмсақ қыста», жұмыстан тыс және жылдыту маусымының «өтпелі кезеңінде» қызып кетумен байланысты [4].

Қазақстан Республикасының қалаларындағы 100-ден астам бюджеттік ұйымдарды зерттеу нәтижелері бойынша жүргізілген сауалнама нәтижелері бойынша жүргізілген бюджеттік қатынастардағы энергия тиімділігі мен энергия үнемдеудің жай-куйіне жасалған талдау, мұнда коммуналдық қызметтерді төлеу құнының 25-тен 40 пайзызына дейін құрайтынын және үлгілік энергия үнемдеуші іс-шаралардың өзін-өзі актау мерзімі қолданыстағы тарифтердің өзінде бюджеттік ұйымдарда 3 жылдан аспайтын уақытты құрайтынын көрсетеді [2].

Электр энергиясымен байланысты жұмыстардың арқасында айтартылқтай нәтижелерге қол жеткізуге болады. Қыздыру лампалары мен заманауи шамдардың орнына заманауи энергия үнемдейтін шамдарды орнатқан жән. Бұл ретте тұтынылатын электр қуаты дәл осындај жарық бергенде 3-5 есе төмендейді. Бұл шаралардың өтелу мерзімі 1,5-2,5 жылдан аспайды.

Көп жағдайда осы қалыптасқан жағдай энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру рөлінің басым болуымен тек қазіргі даму міндеттерін шешу тұрғысынан ғана түсіндірілуі мүмкін. Бұл зерттеу тақырыбын таңдауға әсер етті, олардың дамуы жағдайында өнеркәсіптік кәсіпорындардың энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру тетіктерін қалыптастыруға бағытталған бірқатар теориялық және әдіснамалық мәселелерді шешудің өзектілігін анықтады. Бюджеттік саланың кез келген ұйымдарында энергия үнемдеу бойынша іс-шараларды әзірлеумен каланың бюджеттік мекемелерінің энергия аудиті үлкен әсер береді. Тек энергия аудиті ұйымдастыру іс-шараларын әзірлеу есебінен коммуналдық қызметтер үшін төлемнен 4-6% үнемдеуді камтамасыз ете алады [6].

Демек, республиканың бюджеттік ұйымдарының энергия үнемдеудің жалпы әлеуеті тұтынылатын энергия ресурстарының кемінде 25-30%-ын құрауы мүмкін, ал республиканың бюджеттік саласында өзін-өзі актайдын мерзімі 2 жылға дейін ғана энергия үнемдейтін іс-шараларды енгізу коммуналдық қызметтерді төлеуге белінетін бюджет қаражатының 20% - ына дейін үнемдеуі

мүмкін. Сонымен қатар, типтік энергия үнемдеу іс-шараларының өтелу мерзімі қолданыстағы тарифтердің өзінде де бюджеттік үйімдарда 1,5 жылдан 4 жылға дейін болады.

Бюджеттік үйімдарда энергия үнемдеу іс-шараларын енгізу жолында бюджет саласы қызыметкерлерінің энергия үнемдеу саясатын жүргізуге мүдделілігінің болмауы, энергия үнемдеуге экономикалық ынталандырудың болмауы және энергия үнемдеу саласында кәсіби даярланған кадрлардың болмауы маңызды жүк болып табылады.

Қазақстан Республикасы энергетикасының сандық қатынастардағы жай-күйі осындай. 2000 жылдары Қазақстан экономикасының дамуы электр энергиясына сұраныстың 2001 жылдан бастап орташа есеппен жылына 4,9%-ға тұрақты өсуіне әкелді (2008-2009 жж. қоспағанда). 2001-2011 жылдары электр энергиясын өндіру 49,2% - ға, ал оны тұтыну 53,9% - ға өсті. 2012 жылдың қорытындысы бойынша өндіріс 90,24 млрд кВт/сағ, ал республикадағы электр энергиясын тұтыну 91,44 млрд кВт/сағ құрады [2]. Дүниежүзілік банкті зерттеуде біртұтас жүйе елдерінің электр энергетикасындағы нарықтық қатынастар жоғары деңгейде дамығандығы айтылған. Сондықтан бірынғай жүйенің тәжірибесіне сәйкес келетін тарифтік реттеуге жүз пайыздық көшу осы саладағы нарықтық қатынастарға толық көшуді білдіреді. 27 қаңтар 2017 "Самұрық-Қазына" Трансформация бағдарламасы айтарлықтай түзетілді және өндеді. Оның орнына 2019 жылға дейін электр энергиясын беру және болу бойынша да, генерациялау бойынша да шекті тарифтер жүйесі ұзартылды. Дүниежүзілік банкті атап өткендей, осы тарифтік жүйе аясында бәсекелестік пен нарықтық қатынастарды дамыту мүмкін емес. Дүниежүзілік банкті зерттеуі электр энергиясына сұраныстың өсуі электр генерациялайтын және беретін жабдықтың жоғары тозуы, сондай-ақ 60-80% (!) қазақстанның энергетикалық жүйесі бойынша орта есеппен. Электр энергетикасының мүмкіндіктерін кеңейту және қалыпты жағдайда қолдау қөрсету үшін Қазақстан Үкіметі 2030 жылға дейін салада \$5,5 млрд (немесе жылына орта есеппен \$325 млн) инвестиция қажет деп есептейді. Дүниежүзілік банкті бағалауы бойынша, бұл сома шамамен 8 есе көп болуы керек - \$42 млрд (жылына \$2,6 млрд).

Дүниежүзілік банкті зерттеуінде Kazenergy энергетикалық және мунай-газ кешені үйімдарының тәуелсіз қауымдастығының бағалауы бойынша электр энергетикасына қажетті инвестициялар сомасы \$54 млрд және 2030 жылға дейін Үкіметтің бағалауынан 10 есе айырмашылығы бар деп айтылған [5]. Экономикалық тиімді және сенімді энергиямен жабдықтау тұтынушылардың барлық санаттарының қалыпты өмір сүруін қамтамасыз ету үшін үлкен маңызға ие. Жылу және электр энергиясын алу әлі күнге дейін негізінен қоры үлкен, бірақ шексіз емес отынның қазба түрлерін пайдалануға негізделеді. Бұл дәстүрлі энергетикалық ресурстарды үнемді және үнемді жұмысруды, энергия үнемдеу мен энергия тиімділігін арттыру жөніндегі іс-шараларды кеңінен енгізуі талап етеді. Энергия және ресурс үнемдеу экономика салаларының жұмыс істеу тиімділігін қамтамасыз ететін маңызды факторлардың бірі болып табылады. Оған жаңа техникалық шешімдерге уактылы көшу, өнім сапасын арттыру, энергия үнемдеу жөніндегі іс-шараларды іске асыру, халықаралық тәжірибелі пайдалану және басқа да шаралар арқылы қол жеткізіледі. Энергия үнемдеуші технологияларды енгізу отын-энергетикалық кешеннің тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді, шығындардың төмендеуіне, экологиялық жағдайдың жақсаруына және қосымша қуаттарды енгізуге шығындардың төмендеуіне әкеледі. Айта кету керек, кейір ұсынылатын іс-шараларды іске асыру транзитті жүзеге асыру бойынша шетелдік контрагенттердің мүмкіндіктері, жалпы кәсіпорынның экономикалық жағдайы, Қазақстан Республикасы Үкіметінің шешімдері және т. б. сияқты сыртқы факторларға байланысты.

1-кестеде көлтірілген мәліметтер келесідей:

- КЕРСО әлектр жеткізу желісіндегі әлектр энергиясының салыстырмалы шығындары KEGOC желісіндегі шығындардан шамамен 3 есеге аз, Фингрид желісіндегі шығындар 2 есеге аз, ал FGC желісіндегі шығындар «KEGOC» АҚ желісіндегі шығындармен бірдей;

- қосалқы станциялардың қосалқы қажеттіліктері үшін әлектр энергиясын тұтынудың «KEGOC» және «FGC» трансформаторлық қуаттылығына қатынасы салыстырмалы және 20% -ға тең;

- KEGOC-та тұрмыстық қажеттіліктерге әлектр энергиясын тұтыну FGC үқсас қорсеткіштерімен салыстырғанда 6–13 есеге жоғары екенін атап өткен жөн. Бұл «БЭЖ ЕБЖ» АҚ-да жөндеу жұмыстарының едәуір бөлігін үшінші тарап жүзеге асыратындығына байланысты.

## • Технические науки

1-кесте. KERCO, FGC, Fingrid және KEGOC энергетикалық компанияларын салыстыру

№	Көрсеткіштің атауы	KERCO	Fingrid	ФСК	KEGOC
1	Электр энергиясын желіге қабылдау (желіге жеткізу), млрд кВт.сағ	496	65	540	50
2	Желіні электрмен жабдықтауда% шығындар *	1,41	1,83	4,09	4,00**
3	Трансформатордың құаты, мың МВА	285	21	333	36
4	Желідегі электрэнергиясының шығыны, млрд кВтсағ	18,3	1,3	21,3	2,8
5	Желідегі электрэнергиясының сырттарының трансформаторлық қуаттылық қақатынасы, млрд кВт / сағ / мың МВА	0,064	0,062	0,064	0,078
7	Қосалқы станциялардың қосалқы қажеттіліктері үшін электрэнергиясын тұтынудың трансформаторлық қуаттылық қақатынасы, млн кВт · / мың МВА	-	-	2,9	2,3

Соңғы жылдарды КЕРСО магистральдық жүйесіндегі шығындар желінің жалпы шығындарының 40% құрайды және шамамен 1,4-1,6% құрайды. Мысалы, 2010 жылы тарату желісіндегі шығындар 2,41%, магистральдық желідегі шығындар 1,58% құрады.

2008-2014 жылдардағы КЕРСО магистральдық жүйесіндегі салыстырмалы шығындардың өзгеру динамикасы 1.1.1 суретте көлтірілген. КЕРСО және FGC тәжірибесіне сүйене отырып, «KEGOC» АҚ ұзақ мерзімді және орта мерзімді перспективада желілік шығындарды азайтуға мүмкіндік береді [6].

Жетекші елдердің

(Оңтүстік Корея, Ресей, Финляндия және т.б.) тәжірибесі көрсетіп отыргандай, желі арқылы беру кезінде электр энергиясының жоғалуын төмендетудің қажетті шарты электр энергиясының нақты тенгерімді нарығының болуы болып табылады. Электр энергетикасы нарығының болуы желідегі (Ресей) электр энергиясының шығынын азайтуға ықпал етеді.

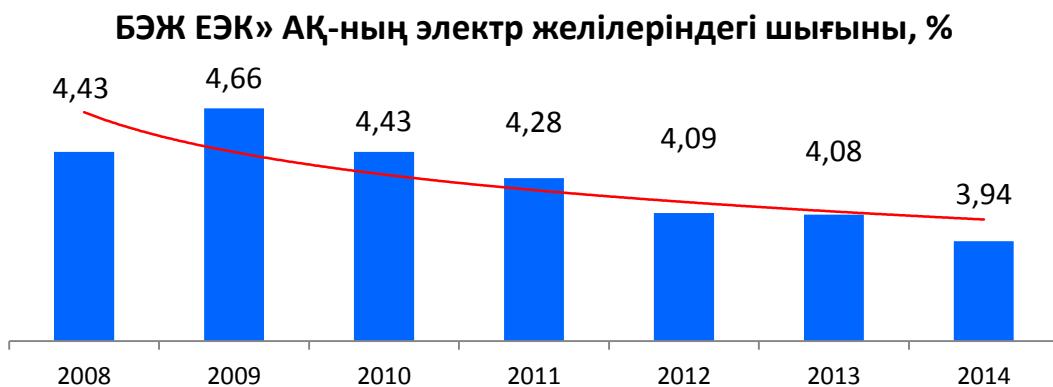
KEGOC құрамына 10 филиал кіреді:

1. Ақмола ЖЭТ (Ақмола ЖЭТ).
2. Ақтөбе ЖЭТ (БФМ актісі).
3. Алматы ЖЭТ (Алматы ЖЭТ).
4. Шығыс ЖЭТ (VMES).
5. Батыс ЖЭТ (ZMES).
6. Сарабай ЖЭТ (Сар ЖЭТ).
7. Солтүстік ЖЭТ (Солтүстік ЖЭТ).
8. Орталық ЖЭТ (СМЭК).
9. Оңтүстік ЖЭТ (UMES).

10. Жүйелік оператордың ұлттық диспетчерлік орталығы (NDC SO немесе NDC).

ҰДО БӘ Бөлімшелері Атқарушы дирекция мен ЖЭТ ғимараттарын өз жұмысына пайдаланады, мотор отынын тұтынуды қоспағанда, ҰДО SO энергия ресурстарын тұтыну жеке қуәлік пен ЖЭТ Бөлігі ретінде ескеріледі. 2 кесте - «KEGOC» АҚ желісіндегі электр энергиясының ысыраптарының құрылымы

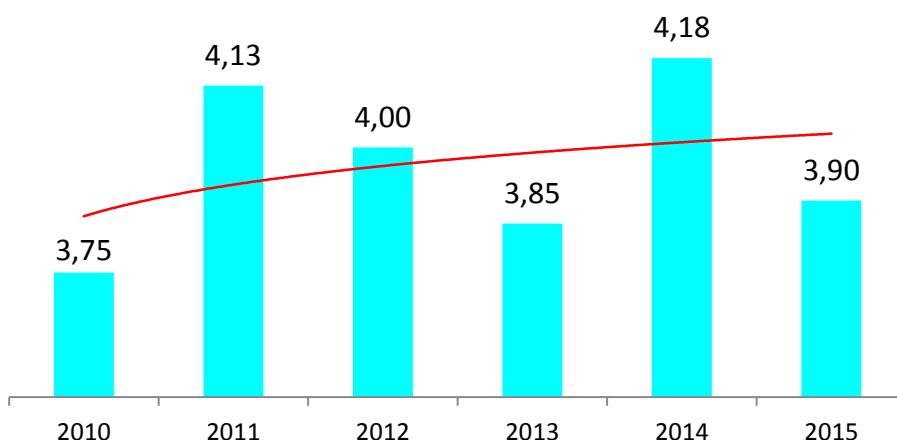
1-суретте «БЭЖ ЕЭК» АҚ әдіснамасы бойынша есептелген «KEGOC» АҚ электр желілеріндегі салыстырмалы шығындар көрсетілген. Осы сандардан «ЕЭС БЖК» АҚ және «KEGOC» АҚ-ның шығындары шамамен бірдей екенін көруге болады. Нәтижесінде, «БЭЖ ЕБЖ» АҚ-ның өткізу қабілеттілігі біршама жоғары және сәйкесінше шығындар аз болады.



1-сурет. «БӘЖ ЕЭК» АҚ-ның электр желілеріндегі 2008-2014 жылдарға арналған шығындардың өзгерісі

Сонымен бірге, электр энергиясының салыстырмалы шығынын есептеу әдісіне қарамастан, «БӘЖ ЕБЖ» АҚ соңғы 7 жыл ішінде өз желісіндегі электр энергиясының салыстырмалы шығынын азайту бойынша тұрақты трендті қамтамасыз ете алғанын атап өткен жөн (2-сурет).

### KEGOC электр желілерінің ФСК шығыны, %



2-сурет. «БӘЖ ЕЭК» АҚ әдіснамасына сәйкес есептелген «KEGOC» АҚ электр желілеріндегі 2008-2015 жылдарға қатысты шығындар

Компаниялар жұмыс істейтін елдердің электр энергетикасы нарығын талдау көрсеткендей, бұл нарықтардағы электр энергиясының құны тәулік уақытына байланысты: электр жүйесіндегі жүктеменің ең жоғары сағаттарында тұтынушылар үшін электр энергиясының бағасы ең жоғары, жүйеге минималды жүктеме сағаттарында электр энергиясының бағасы тұтынушылар үшін ең төмен болып табылады [7].

#### Қорытынды

Бұдан шығушы компанияның электр желісіндегі энергия шығынын едәуір төмендетудің негізгі және қажетті шарттарының бірі электр энергиясының нақты жұмыс істейтін тенденстірліген нарығының болуы (күндізгі нарық, спот-нарық және т.б.) болып табылады. Электр энергиясының тенгерімді нарығы жағдайында тұтынушыларға тұтынуды минималды сағаттарда кебейту және максималды сағатта тұтынуды азайту экономикалық тұргыдан тиімді, осылайша тұтынушылардың күнделікті жүктеме кестесі біршама жақсарады және энергия жүйесінің максималды жүктемесі азаяды.

Жүктеме кестесін теңестіру және тұтынудың ең жоғары мөлшерін азайту үшін тағы бір ынталандыру электр қуатының нарығы болып табылады, мұнда қуаттың мөлшері максималды тұтынуға байланысты болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Григорьева С.В. Оптимизация светодиодных систем освещения с элементами робастного управления // Св. №2336 от 9.11.2016г.// г. Астана, РК «Об утверждении Программы «Энергосбережение – 2020» от 29 августа 2013 года № 904, направленное на снижение потребления электроэнергии за счет внедрения энергосберегающих технологий в области освещения.
- [2] Каракулова А.Н. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности в экономике Казахстана//Статья магистранта МЭЭБ-12 ЗКАТУ им. Жангира хана.
- [3] Садовская А. Об эффективности снижения Нормативных потерь электроэнергии (г. Алматы, 02.03.2012 г.)// Журнал «Вестник Энергетика» №2(41) от 05.12 г.
- [4] Кузнецов Н.М., Клюкин А.М., Трибуналов С.Н. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Мурманской области // УДК 620.9 (470.21) // Центр физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН, 2016 г.
- [5] Рахжанов Ж. Электроэнергетика в Казахстане: реформы наоборот// Статья экономиста Журнала «Forbes» от 27.03.2017 г.// [https://forbes.kz/process/energetics/elektroenergetika\\_v\\_kazahstane\\_reformyi\\_naoborot](https://forbes.kz/process/energetics/elektroenergetika_v_kazahstane_reformyi_naoborot).
- [6] Кузнецов Н.М., Клюкин А. М., Трибуналов С.Н. Управление энергоэффективностью и энергосбережением//УДК 620.9, Центр физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН, 2016 г.
- [7] Сариева А.К., Кулмаханова А.А., Есенсариев Н.О. Проблемы и перспективы повышения энергоэффективности путем оптимизации управления// Вестник КазНИИТУ №1 (125), 220-224 с.,2018.
- [8] Воротницкий В.Э., Калинкина М.А., Паринов И.А., Туркина О.В. Анализ факторов, влияющих на уровень потерь электроэнергии//Научно-технический и производственный журнал// Филиал ОАО «НТЦ электроэнергетики» - ВНИИЭ.

Абыканова Б.Т., Сариева А.К., Кабиден К.Б., Мурынов Б.А.

**Проблемы и перспективы повышения энергоэффективности путем оптимизации**

**Резюме.** В статье объясняется необходимость устойчивого роста цен на природные энергоресурсы, сокращения выбросов в атмосферу и выбросов парниковых газов, а также необходимость решения вопросов энергосбережения и энергоэффективности. Предполагается, что в ходе международной практики повышения энергоэффективности и при изучении аналогичных компаний на уровне частных промышленных предприятий предполагается их взаимодействие. Экспериментальные анализы выполняются, чтобы подтвердить это.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосбережение, АО «KEGOC», линейные потери.

УДК 62.83: 621.313

**M.A. Mustafin, K.O. Gali, M.B. Zharkymbekova**

(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named

Gumarbek Daukeyev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: mak\_zhb@mail.ru)

**OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF CENTRIFUGAL ASYNCHRONOUS MOTORS TO REDUCE POWER CONSUMPTION IN THE STATOR WINDING**

**Abstract:** Based on the analysis of the characteristics of the operating modes of centrifugal pump motors, it is proposed to optimize the geometric parameters of object-oriented asynchronous motors according to the criterion of minimum power loss in the stator winding.

In this paper, the problem of determining the geometric parameters of asynchronous motors of centrifugal pumps that minimize losses in the stator winding, provided that the core volume is unchanged and the selected values of electromagnetic loads. As a result of multivariate calculation, the dependence of power losses in the stator of asynchronous motors at fixed values of the parameter  $\beta$  on the winding step is obtained.

Improving the energy performance of the electric drive of centrifugal pumps is a multi-factor task that includes the choice of the electric drive system, the development of control algorithms, and other issues. This paper considers the validity of the proposed approach to solving one of the problems, that is, minimizing losses in the engine by optimizing its geometric relationships.

To solve the problem, we used the program «Mathcad».

**Keywords:** asynchronous motor, stator winding, winding step, frequency converter, power consumption, centrifugal pump.

**М.А. Мустафин, К.О. Гали, М.Б. Жаркымбекова**

(Ғұмарбек Дақуев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,

Алматы, Қазақстан. E-mail: mak\_zhb@mail.ru)

## СТАТОР ОРАМАСЫНДА ҚУАТТЫҢ ШЫҒЫНЫН ТӨМЕНДЕТУ ҮШІН ОРТАДАН ТЕПКІШ АСИНХРОНДЫ ҚОЗГАЛТҚЫШТАРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРИН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

**Аннотация.** Ортадан тепкіш сорғылардың қозгалтқыштарының жұмыс режимінің ерекшелігін талдау негізінде статор орамасында қуаттың шығынын төмендету критерийі бойынша асинхронды қозгалтқыштың геометриялық параметрлерін оңтайландыру ұсынылған.

Статор орамасында шығынды темендететін асинхронды қозгалтқыштың геометриялық параметрлерін анықтау тапсырмасы электромагниттік жүктемелердің таңдалған мәндерімен және өзекшеннің көлемі тұрақты болған жағдайындағы шарттар кезінде қойылды. Көп есептеулер нәтижесінде  $\beta$  параметрдің тіркелген мәндері кезіндегі орама қадамынан асинхронды қозгалтқыш статорындағы қуаттың шығындар тәуелділігі алынды.

Ортадан тепкіш сорғылардың электр жетегіндегі энергетикалық көрсеткіштерді жоғарылату электр жетегі жүйесін таңдау, басқару алгоритмін құру және де басқа сұраптардан тұратын көпжақты тапсырма болып табылады. Бұл жұмыс қозгалтқыштағы шығынды төмендету тапсырмасын шешу үшін оның геометриялық қатынастарын оңтайландыруға негіз бола алады.

Бұл тапсырма «Mathcad» бағдарламасы арқылы шешілді.

**Түйін сөздер:** асинхронды қозгалтқыш, статор орамасы, орама қадамы, жиілікті түрлендіргіш, қуат шығыны, ортадан тепкіш сорғы.

Қазіргі таңда әлемдік жетекші өндірушілерімен «жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозгалтқыш» (ЖТ-АК) сұлбасы бойынша вентильді түрлендіргіштермен басқарылатын электр жетектері ұсынылуда.

Қазіргі заманғы элементтер базасына ұздіксіз көшу осындағы жетектердің энергетикалық және эксплуатациялық көрсеткіштерін айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік берді. Жиілікті басқару асинхронды қозгалтқыштың айналу жиілігін бірқалыпты реттеу ең үнемді тәсіл болып табылады, себебі ол ротордың аз шамадағы сырғанауымен (сырғанаудың аз шығындарымен) реттеудің барлық диапазонында жұмыс істейді, жоғары пайдалы әсер коэффициентіне және механикалық сипаттамалары жақсы қаттылығыққа ие.

Алайда, бұғанде нарықта ұсынылатын жинақталған жетектер, соның ішінде асинхронды қозгалтқыштарын пайдаланылатын жетектер жалпы өндірістік сипатқа ие, ортадан тепкіш механизмдердің жұмыс ерекшеліктерін ескермейді, олардың тиімділігін төмендедеді.

Біздің ойымызша, электржетектің дамуындағы бағыттарының бірі - обьектілі-бағытталған жүйелер құру болып табылады, атап айтқанда, ортадан тепкіш жүктемеге бағытталған энергия үнемдейтін электрқозгалтқышын әзірлеу, осы қозгалтқышпен жиіліктік басқарудың оңтайлы заңдарын дайындау, яғни жалпы алғанда, энергия тиімді электр жетегін құру.

Электр машиналарын жобалау кезінде берілген номиналды мәндер қуатын және айналу жиілігін, электрмагниттік жүктемелерді, максималды (критикалық) және іске қосу моментін негізге алады.

Әртүрлі мақсаттағы (сумен, жылумен қамтамасыз ету, көріз, магистральдық сорғылар және т. б.) ортадан тепкіш агрегаттардың жұмысының режимдерінің ерекшеліктерін зерттеу олардың электржетегіне жалпы және арнағы талаптарды анықтауға мүмкіндік береді.

1. Ортадан тепкіш агрегаттар, көбінесе, ұзақ жұмыс жасайтын режимінің механизмдері болып табылады. Жұмыс жағдайының ұзақтығы тәуелділік және айды құруы мүмкін. Белгіленген қуаттағы (2 МВт дейін магистральдық сорғылар үшін) механизмдерді ескеретін болсак, мұндай электр жетегінде энергия шығынын төмендету маңызды мәселе болып табылады.

2. Қозгалтқыштарда іске қосу және максималды момент шамасына қойылатын талаптар екінші орынға түсude. Бұл, біріншіден, механизмнің қозгалтқыш білігінің  $\omega$  айналу жиілігінен кедергі моментінің квадратты тәуелділігін білдіретін ортадан тепкіш қозгалтқыштың механикалық сипаттамасына байланысты. Кедергі моментін іске қосу кезінде қозгалу моменті ғана анықталады және номиналды мәннен 5% артық емес. Сонымен қатар, қазіргі заманғы электржетектің құрамындағы қозгалтқыш айналу жиілігі бойынша реттелетін болып табылады.

3. Машиналардың көлеміне байланысты қатаң талаптар, мысалы, кемелерде, ұшу, тартылудардың электр жетегіндегі емес, тек геометриялық мөлшерлерін шектеу мен материалдардың шығындары туралы (әдеттегі, сериялық қозгалтқыштардың параметрлерінде) болып отыр.

Осылайша, ортадан тепкіш агрегаттардың қозгалтқыштарын жобалау кезіндегі негізгі критерий асинхронды қозгалтқыштың қуат шығындарын азайтуды есептеу [1,2].

Бірінші кезеңде жалпы өнеркәсіптік асинхронды қозгалтқыштарға тиісті қуатқа сәйкес келетін

деректерді және таңдалған электромагниттік жүктемелердің мәнін қабылдаймыз. Бұл жағдайда, онтайландыру асинхронды қозгалтқыштың геометриялық параметрлеріне қатысты – статор диаметріне  $D$ , статор ұзындығына  $l$ , қадам орамасы  $Y$  және  $\beta$  параметріне [2].

Куат берілген кезде айналу жиілігі және электромагниттік жүктемелердің таңдалған мәндерінде өзекшениң қолемі тұрақты болатыны белгілі және машинаның басты өлшемдері келесідей анықталады [2,3]:

$$D^2 l = \text{const} , \quad (1)$$

$\beta$  параметр полюстік бөлу арқылы машина ұзындығының диаметріне қатынасымен анықталады,

$$\beta = \frac{\tau}{l},$$

мұндағы:  $\tau = \frac{\pi D}{2p}$  - полюстік бөлу ұзындығы;

$p$  – асинхронды қозгалтқыштың полюстер саны.

Статор орамасындағы шығынды төмендететін ортадан тепкіш сорғылардың асинхронды қозгалтқыштарының геометриялық параметрлерін анықтау тапсырмасы электромагниттік жүктемелердің таңдалған мәндері кезінде және  $D^2 l$  өзекшениң қолемі тұрақты болған жағдайдағы шарттары кезінде қойылған [2]. Көп есептеулер нәтижесінде  $\beta$  параметрының тіркелген мәндері кезіндегі  $Y$  орама қадамынан асинхронды қозгалтқыштың статорындағы  $\Delta P_1$  қуаттың шығындар тәуелділігі алынды.

Бұдан әрі  $Y_{\text{оңт}}$ , сосын  $\beta_{\text{оңт}}$  онтайлы мәнін анықтады.

$Y$ ,  $\beta$  параметрлерінің өзара байланысы және олардың асинхронды қозгалтқыш саторындағы шығындарға әсер етуі бірлескен шешім іздеуге әкеліп соқтырды, сондықтан осы табылатын екі шамалардың рұқсат етілген шекті көрсеткіштерімен (шекаралас шарттары) онтайландыру тапсырмасына тоқтаймыз.

Аздаған түрлендірulerден кейін шығындар үшін өрнекті келесідей жазуға болады [2]:

$$\Delta P_1(\beta, Y) = \frac{1}{\sin^2\left(\frac{\pi}{2}Y\right)} \cdot \frac{(1+\beta \cdot K_{l1} \cdot Y)}{(1+\beta \cdot K_{l1})} \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt[3]{\beta}} + K_{l1} \cdot Y \cdot \sqrt[3]{\beta^2} \right], \quad (2)$$

мұндағы  $K_{l1}$  - статор орамасының алдыңғы бөлігінің ұзындығының коэффициенті.

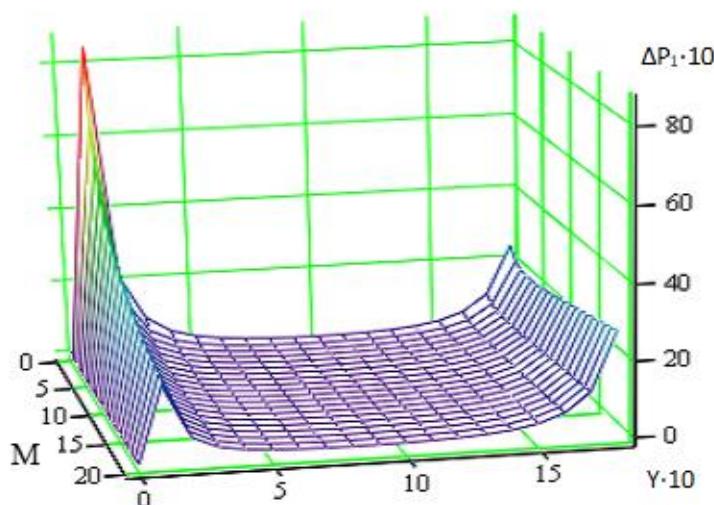
$K_{l1}$  мәні алдыңғы бөлік конфигурациясын сипаттайтын және технологиялық және қолемдік параметрлерімен анықталады. Екі полюсті асинхронды қозгалтқышты жобалауда алдыңғы бөліктері лентамен оқшауланбаган кезінде  $K_{l1} = 1.3$  және оқшауланған кезінде  $K_{l1} = 1.55$  мәндерді қабылдайды [3].

Диаметрлік орамамен ( $Y=1$ ) салыстырганда кезде қадамды қысқарту статордың электр қозғаушы күшінің құрамында жоғары гармоникалық шамасын төмендету үшін жүзеге асырылады. Өзгерту диапазоны  $Y=0.79...0.83..$  ұсынылады [3]. Бұл параметр генераторлар үшін ерекше маңызды.

(2) функциясының графигі 1 суретте ұсынылған. (1) функцияны талдаған кезде функцияны статор орамасындағы  $Y$  және  $\beta$  айнымалылармен байланыстыратын жеткілікті әмбебап тәуелділік деп санауга мүмкіндік береді және оны осы айнымалыларды онтайландыру үшін мақсатты функция ретінде қабылдаймыз.

(1) функциясының экстремумын зерттейік. Мерзімдік және үзілмелі, функция болып табылады, соңғысы параметрлердің экстремалды мәндер координаттарының аналитикалық өрнегін алуға мүмкіндік береді. Алайда, нақты электр машиналарына арналған  $Y$  және  $\beta$  мәндерімен зерттеу аймағын шектеуге болады (мысалы, нөлдің физикалық мағынасы жок).

Осылайша, біз  $Y$  және  $\beta$  мәндері үшін шекті шарттарымен, онтайландыру критерийімен ( $\Delta P_1$  статор орамасындағы қуат шығыны аз) (1) функциясын онтайландыруға ие боламыз.



1-сурет.  $\Delta P_1(\beta, Y)$  функциясы

Қазіргі заманғы компьютерлік математикалық қосымшалар сандық әдістермен шешуге мүмкіндік береді және бұл үшін арнайы функцияларға ие. Біздің тапсырманы шешу үшін «Mathcad» қосымшасын **Minimize** функциясын пайдаланылады.  $Y$  және  $\beta$  физикалық мағынасынан жеткілікті дәлдікпен соңғы координаттари анықталды. «Mathcad» бағдарламасының функциясын қолданғанда

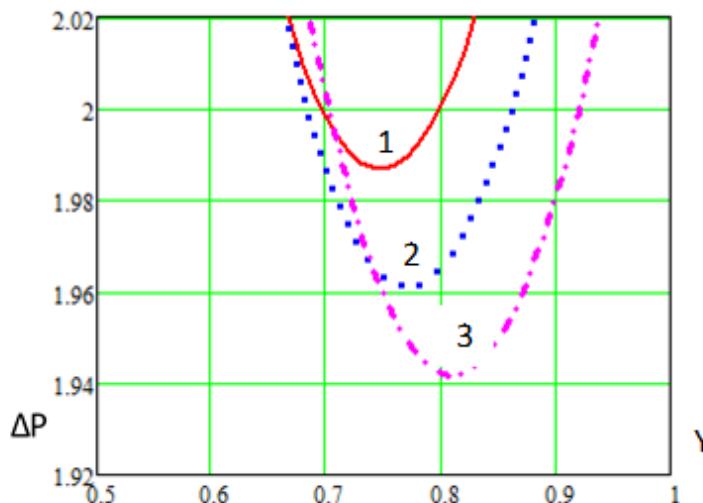
$$\text{оңт}(\beta, Y) := \text{Minimize}(P1, \beta, Y).$$

$Y$  және  $\beta$  мәндердің векторын аламыз, бұл кезде статордағы қуат шығыны төмен болады.

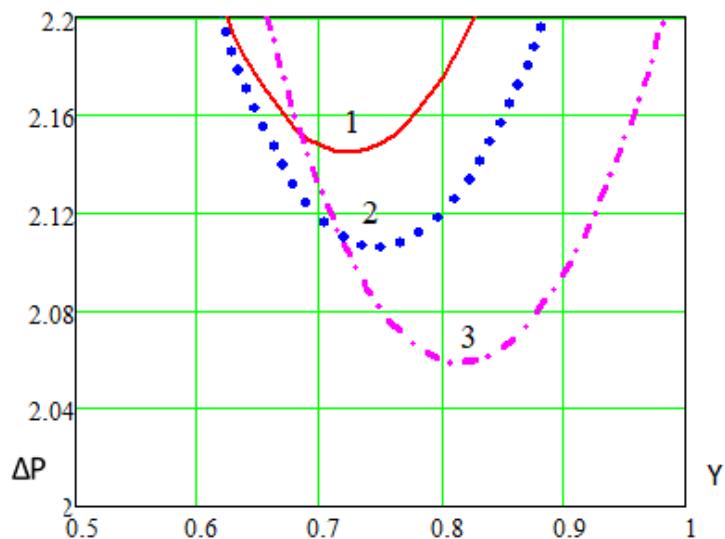
$$\text{оңт}(\beta, Y) = \begin{pmatrix} \beta_{\text{оңт}} \\ Y_{\text{оңт}} \end{pmatrix}.$$

2, 3 суреттерде асинхронды қозгалтқыштың статор орамасындағы ораманың диаметрлік қадамы ( $Y=1$ ) кезінде, ЭКК жоғары гармоникаларын азайту үшін есептелген орама қадамында ( $Y=0.834$ ), статор орамасындағы шығынды азайтатын қадамдағы ( $Y=0.815$ ) есептеулер нәтижелер келтірлген.

Барлық диапазонда  $Y_{\text{оңт}}, \beta_{\text{оңт}}$  кезінде шығын төмен болады.



2-сурет. Алдыңғы бөлігі оқшауланбаган асинхронды қозгалтқыштың статор орамындағы қуат шығыны:  
1 –  $Y=1$ ; 2 –  $Y=0.834$ ; 3 –  $Y=Y_{\text{оңт}}=0.815$ .



**3-сурет.** Алдыңғы бөлігі оқшауланған асинхрондық қозғалтқыштың статор орамындағы қуат шығыны:  
1 –  $Y=1$ ; 2 –  $Y=0.834$ ; 3 –  $Y=Y_{opt}=0.815$

Ортадан тепкіш сорғылардың электр жетегіндегі энергетикалық көрсеткіштерді жоғарылату электр жетегі жүйесін таңдау, басқару алгоритмін құру және де басқа сұрақтардан тұратын көпжақты тапсырма болып табылады.

Бұл жұмыстың нәтижесі қозғалтқыштағы шығынды төмендету тасырмасын шешу үшін оның геометриялық қатынастарын онтайландаудың негіз бола алады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Новокшенов В.С., Сембин Д.Е. Энергосберегающий асинхронный двигатель привода насоса. Сб. «Энергетика и топливные ресурсы Казахстана», №2, Алматы:2000.
- [2] Сембин Д.Е. Оптимизация геометрии статора энергосберегающего асинхронного двигателя частотно – регулируемого привода насоса нефтеперекачивающей станции. Сб. научных трудов по материалам второй международной научно – технической конференции АИЭС, Алматы:2000.
- [3] Копылов И.П. Проектирование электрических машин. – М.; Юрайт, 2011.

Мустафин М.А., Фали К.О., Жаркымбекова М.Б.

#### Оптимизация параметров асинхронных двигателей центробежных насосов для снижения потерь мощности в обмотке статора

**Резюме** На основании анализа особенностей режимов работы двигателей центробежных насосов предлагается оптимизация геометрических параметров объектно –ориентированных асинхронных двигателей по критерию минимума потерь мощности в обмотке статора.

В работе поставлена задача определения геометрических параметров асинхронных двигателей центробежных насосов, минимизирующие потери в обмотке статора, при условии неизменности объема сердечника и выбранных значениях электромагнитных нагрузок. В результате многовариантного расчета, получена зависимость потерь мощности в статоре асинхронных двигателей при фиксированных значениях параметра  $\beta$  от шага обмотки.

Повышение энергетических показателей электропривода центробежных насосов является многофакторной задачей, включающей в себя выбор системы электропривода, разработку алгоритмов управления и другие вопросы. В данной работе рассматривается обоснованность предлагаемого подхода к решению одной из задач, то есть минимизация потерь в двигателе за счет оптимизации его геометрических соотношений.

Чтобы решить задачу использовали программу «Mathcad».

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, обмотка статора, шаг обмотки, частотный преобразователь, потеря мощности, центробежный насос.

УДК 629.783

**A. Tulegulov<sup>1</sup>, G. Zharmagambetova<sup>1</sup>, D. Ergaliyev<sup>2</sup>, O. Abdirashev<sup>2</sup>, G. Omarkulova<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Kazakh University of technology and business, Nur-Sultan, Kazakhstan, tad62@ya.ru

<sup>2</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan)

## MODEL OF THE ORBITAL TRAJECTORY OF THE AIRCRAFT TAKING INTO ACCOUNT ELLIPTICISM

**Abstract.** The scientific article deals with the problems of ballistics related to the trajectory of spacecraft. The authors note that depending on the goals and tasks performed by the spacecraft, various methods can be used to solve many practical problems. The model of the orbital trajectory of the relative motion of the aircraft stage is considered, taking into account ellipticism. The peculiarity of this model is that this model takes into account the possible influence of the external environment on the flight path of the spacecraft. The article presents the results of modeling in the form of graphs of the dependence of the possible deviation of the trajectory in time.

**Key words:** ballistics related, spacecraft, methods, orbital trajectory, modeling.

**А.Д. Тулеғұлов<sup>1</sup>, Г.М. Жармағанбетова<sup>1</sup>, Д.С. Ергалиев<sup>2</sup>,  
О.К. Әбдірашев<sup>2</sup>, Г.Ш. Омаркулова<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан. [tad62@ya.ru](mailto:tad62@ya.ru)

<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан)

## ЭЛЛИПТИЗМДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ҰШУ АППАРАТЫНЫҢ ОРБИТАЛЫҚ ТРАЕКТОРИЯСЫНЫҢ МОДЕЛІ

**Аңдатпа.** Ғылыми мақаладағарыштық аппараттардың козгалыс траекториясымен байланысты баллистика есептері қарастырылған. Авторлар гарыш аппараты орындағының мақсаттар мен міндеттерге байланысты көптеген практикалық міндеттерді шешуге мүмкіндік беретін әртүрлі әдістер пайдаланылуы мүмкін. Эллиптизмді ескере отырып, ұшу аппараты сатысының салыстырмалы қозгалысының орбиталық траекториясының моделі қарастырылады. Бұл модельдің ерекшеліктері дәл осы модель гарыш аппаратының ұшу траекториясына сыртқы ортандың ықтимал әсерін ескереді. Мақалада уақыт траекториясының ықтимал ауытқуына тәуелділік графигі түріндегі модельдеу нәтижелері көлтірілген.

**Тірек сөздер:** баллистика, гарыштық аппараттар, әдістер, орбиталық траектория, модельдеу.

### **Кіріспе**

Орбиталық маневрлердің мақсаттары әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы, ол жерде біраз уақыт қалатында, содан кейін қайту үшін кемені жоғары айналма орбитаға ауыстыруды жоспарлауға болады. Немесе біз түсірілетін аппаратты төмендетудің эллиптикалық орбитасына ауыстыру маневрлерін жобалай аламыз және отырығызу процесті жұмсақ жасау үшін бетке қатысты бастапқы айналма орбитадан экіпаждың қонуы және қайтып келуі. Жерді зерттеу үшін орбиталық станциядан автоматты гарыш зондың іске қосу қажеттілігі туындауы мүмкін төмен орбитадағы планеталар немесе, керісінше, планета аралық кеңістікті зерттеу үшін жерден үлкен қашықтықта зонд іске қосу. Кейде гарыш зонд орбитасын жоспарланған зерттеулер орындалғаннан кейін орбиталық станцияға қайтып оралатындағы етіп жобалау қажет.

### **Әдістер**

Эллиптикалық орбита бойымен қозгалатын орбиталық саты (ОС) үшін сыйықты түрде нысанда ОС-да наносерік(НС)-ның салыстырмалы қозгалысының модельнің формасын алады.

$$\begin{cases} \ddot{x} + 2\dot{\theta}\dot{y} + \ddot{\theta}y - \left(\dot{\theta}^2 - \frac{\mu}{R^3}\right)x = P_x, \\ \ddot{y} - 2\dot{\theta}\dot{x} - \ddot{\theta}x - \left(\dot{\theta}^2 + 2\frac{\mu}{R^3}\right)y = 0, \\ \ddot{z} + \frac{\mu}{R^3}z = 0, \end{cases} \quad (1)$$

Бұл жерде:

$$\dot{\theta} = \frac{\sqrt{\mu p}}{R^2} - \text{шын аномалия бұрышының туындысы үшін өрнек};$$

$$\ddot{\theta} = -2e\sqrt{\frac{\mu}{p^3}} \cdot \dot{\theta} \sin \theta - \text{шын аномалия бұрышының екінші туындысының өрнегі};$$

$\theta$  – жетекші корпустың шын аномалиясының бұрышы (орбитада ағымдағы жағдай);

$R = p/(1+e \cos \theta)$  – орбитаның радиусы;

$p$  – орбитаның фокальды параметрі;

$e$  – Орбитаның эксцентрикитеті.

Салыстырмалы қозғалыстың сыйықты математикалық үлгілерінің қолданылуын зерттеу үшін, нәтижені салыстыру үшін аталған массалар орталығының қозғалысын модельдеу керек.

Модельдеу үшін күшті геоцентрлік координаттар (КГК) қолданылады. Сонда масса орталығының қозғалысының математикалық моделі [1]:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = V_x \\ \frac{dy}{dt} = V_y \\ \frac{dz}{dt} = V_z \\ \frac{dV_x}{dt} = -\frac{\mu}{r^3} x + \left[ \frac{3}{2} C_{20} \frac{\mu}{r^2} \left( \frac{R_\vartheta}{r} \right)^2 \left( 5 \frac{z^2}{r^2} - 1 \right) + \frac{5}{8} C_{40} \frac{\mu}{r^2} \left( \frac{R_\vartheta}{r} \right)^4 \left( 3 + \left( 63 \frac{z^2}{r^2} - 42 \right) \frac{z^2}{r^2} \right) \right] \frac{x}{r} - \\ - S_b \cdot \rho \cdot V_1 \cdot V_{1x} + \omega_3^2 \cdot x + 2\omega_3 V_y \\ \frac{dV_y}{dt} = -\frac{\mu}{r^3} y + \left[ \frac{3}{2} C_{20} \frac{\mu}{r^2} \left( \frac{R_\vartheta}{r} \right)^2 \left( 5 \frac{z^2}{r^2} - 1 \right) + \frac{5}{8} C_{40} \frac{\mu}{r^2} \left( \frac{R_\vartheta}{r} \right)^4 \left( 3 + \left( 63 \frac{z^2}{r^2} - 42 \right) \frac{z^2}{r^2} \right) \right] \cdot \frac{y}{r} - \\ - S_b \cdot \rho \cdot V_1 \cdot V_{1y} + \omega_3^2 \cdot y - 2\omega_3 V_x \\ \frac{dV_z}{dt} = -\frac{\mu}{r^3} z + \left[ \frac{3}{2} C_{20} \frac{\mu}{r^2} \left( \frac{R_\vartheta}{r} \right)^2 \left( 5 \frac{z^2}{r^2} - 3 \right) + \frac{5}{8} C_{40} \frac{1}{2} \frac{\mu}{r^2} \left( \frac{R_\vartheta}{r} \right)^4 \left( 30 + \left( 63 \frac{z^2}{r^2} - 70 \right) \frac{z^2}{r^2} \right) \right] \frac{z}{r} - \\ - S_b \cdot \rho \cdot V_1 \cdot V_{1z} \end{cases} \quad (2)$$

бұл жерде:

-  $\bar{r}(x, y, z)$  и  $\bar{V}(V_x, V_y, V_z)$  - КГК осьтеріндегі проекциялардың радиус векторы мен ғарыш аппараттарының масса орталығының жылдамдық векторы,

-  $V_{1x} = V_x - \omega_3 y, V_{1y} = V_y + \omega_3 x, V_{1z} = V_z, V_1^2 = V_{1x}^2 + V_{1y}^2 + V_{1z}^2$  - Айналмалы атмосфераға қатысты жылдамдық векторының модулінің квадраты және проекциясы,

$C_{20} = -1082,6 \cdot 10^{-6}, C_{40} = -2,371 \cdot 10^{-6}$  – Жердің гравитациялық әлеуетін кеңейту коэффициенттері [2],

$R_\vartheta = 6378,1 \text{ км}$  – Жердің экваторлық радиусы,

$\omega_3 = 7,2921 \cdot 10^{-5} \frac{1}{c}$  – Жердің айналу бұрыштық жылдамдығы,

$$S_b = \frac{C_x S_M}{2m_0} - \text{ғарыш аппараттарының баллистикалық коэффициенті, м}^2 / \text{кг},$$

$C_x$  – сүйреу коэффициенті,

$S_M$  – ауданы, м<sup>2</sup>,

$m_0$  – ғарыштық аппараттардың массасы, кг,

онда FA ОС, ПН және НС деп түсініледі.

$\rho$  –атмосфераның тығыздығы ГОСТ 4401-81 бойынша статикалық модельге 6-дан 1200 км-ге дейінгі биіктікте Жер бетінің биіктігіне қарай полиномалды жуықтау арқылы есептеледі:

$\rho = \rho_i \cdot \exp \left\{ A_i(H - H_i) + B_i(H - H_i)^2 + C_i(H - H_i)^3 \right\}$  – әртүрлі ұшу биіктіктерінде атмосфераның тығыздығын есептеуге арналған модель (ГОСТ-4401-81 [3]);

$\rho_i, A_i, B_i, C_i, H_i; i = 1, 10$  –ке сәйкес Ні-дан Ні + 1-ге дейінгі I-ші қабаттағы биіктікте өзгеру коэффициенттері коэффициенттер 1 кестесінде көрсетілген).

### Кесте 1. Атмосфера моделі коэффициенттері

Қабат нөмірі (i)	$H_i, \text{км}$	$P_i, \text{кг}/\text{км}^3$	$C_i, \text{км}^{-3}$	$B_i, \text{км}^{-2}$	$A_i, \text{км}^{-1}$
1	1200	0	0	0	0
2	900	$5.764 \cdot 10^{-6}$	$-0.198 \cdot 10^{-7}$	$0.134 \cdot 10^{-4}$	$-0.587 \cdot 10^{-2}$
3	600	$1.140 \cdot 10^{-4}$	$0.150 \cdot 10^{-8}$	$-0.150 \cdot 10^{-4}$	$-0.146 \cdot 10^{-1}$
4	400	$2.794 \cdot 10^{-3}$	$0.690 \cdot 10^{-8}$	$0.563 \cdot 10^{-5}$	$-0.174 \cdot 10^{-1}$
5	250	$6.057 \cdot 10^{-2}$	$-0.813 \cdot 10^{-8}$	$0.298 \cdot 10^{-4}$	$-0.247 \cdot 10^{-1}$
6	170	$7.557 \cdot 10^{-1}$	$-0.734 \cdot 10^{-6}$	$0.188 \cdot 10^{-3}$	$-0.419 \cdot 10^{-1}$
7	120	$2.440 \cdot 10^{-0}$	$0.326 \cdot 10^{-5}$	$0.397 \cdot 10^{-3}$	$-0.970 \cdot 10^{-1}$
8	80	$1.846 \cdot 10^4$	$0.435 \cdot 10^{-4}$	$-0.212 \cdot 10^{-2}$	$-0.151 \cdot 10^{-0}$
9	50	$0.105 \cdot 10^7$	$-0.121 \cdot 10^{-4}$	$-0.223 \cdot 10^{-3}$	$-0.117 \cdot 10^{-0}$
10	6	$0.673 \cdot 10^9$	$0.276 \cdot 10^{-4}$	$-0.175 \cdot 10^{-2}$	$-0.123 \cdot 10^{-0}$

Осы модельді пайдалана отырып, біз ОС және НС массасының орталығының бастапқы жағдайларымен қозғалыс жасадық:

- 215 км биіктігі бар айналмалы орбитада, 64 градусқа бейімділік;
- НС 1 м/с-нен бөлү жылдамдығы;
- Об-ның баллистикалық коэффициенті  $S_b^{OC} = 0,002 \text{ м}^2/\text{кг}$ ;
- НС-ның баллистикалық коэффициент  $S_b^{HC} = 0,01 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

Модельдеу ғарыштық аппарат айналмалы орбитада жылжытқан кезде шамамен екі айналымға сәйкес келетін 10000 с уақыт аралығымен орындалды. Бұл уақыт интервалы таңдалды, себебі ОС мен НС екі айналымнан кейін үлкен қашықтыққа таралады және одан әрі қозғалыссыз қақтығыстар пайда болмайды. Егер негізгі пайдалы жүктеме(ПЖ) соктығысу жағдайын қарастыратын болсақ, жоғарғы саты басталғаннан кейін, ол әдеттегі жұмыс орбитасына дейін жететін бөліктен кейін дерлік болады және жоғары сатыдағы саты кешіктірілсе, стандартты емес режим үшін екі кезектің уақыт аралығы таңдалады[4].

Модельдеу нәтижесінде ОС мен НС арасындағы қашықтықтағы өзгерістердің тәуелділігі келесі формула бойынша есептелді:

$$d = \sqrt{(x^{HC} - x^{OC})^2 + (y^{HC} - y^{OC})^2 + (z^{HC} - z^{OC})^2}, \quad (3)$$

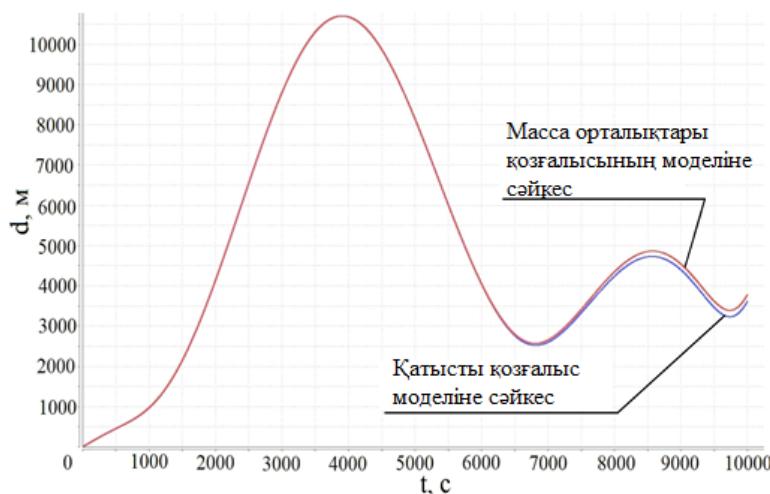
Бұл жерде:

$x^{hc}$ ,  $y^{hc}$ ,  $z^{hc}$ , – НС орыналасу координаттары,  
 $x^{oc}$ ,  $y^{oc}$ ,  $z^{oc}$ , – ОС орыналасу координаттары.

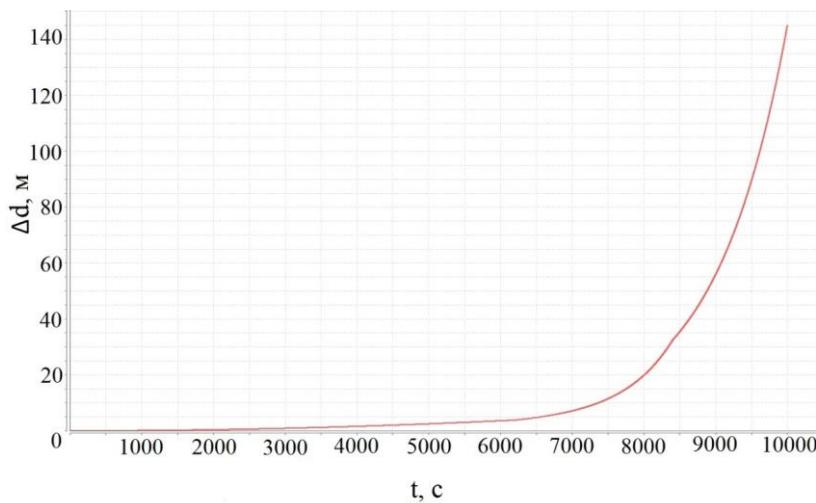
### Нәтижелері

Сондай-ақ, сол бастапқы деректермен тендеулер жүйесін пайдалана отырып, ОС-қа қатысты қозғалысты модельдеуге болады. Нәтижесінде, ОС және НС арасындағы қашықтықтағы өзгерістердің тәуелділігі уақыт өте келе алынған. Модельдеудің нәтижелері және оларды салыстыру 1 суретте көрсетілген.

2 сурет салыстырмалы қозғалыс үлгісінен анықталатын қашықтықты салыстыру арқылы алынатын уақыт функциясы ретінде ОС мен НС арасындағы қашықтыққа  $\Delta d$  арасындағы айырмашылықтың тәуелділігін көрсетеді және НС масса орталығының қозғалыс үлгісі.



1-сурет. ОС мен НС арасындағы қашықтықтағы тәуелділігі



2-сурет. Операциялық жүйе мен НС арасындағы қашықтықтағы айырмашылықтағы тәуелділік екі қозғалыс математикалық моделі бойынша уақытында

2-суретте таңдалған уақыт аралығы бойынша екі модель үшін модельдеу нәтижелері арасындағы максималды сәйкессіздіктер 140 м құрайды, 3-тарауда ОС мен НК арасындағы қақтығыстар 7500 с дейінгі уақыт аралығында болуы мүмкін екендігі көрсетіледі. Бұл жағдайда салыстырмалы қозғалыс моделінің және масс-орталықтардың қозғалыс моделінің арасындағы сәйкессіздігі 6 м болады, бұл қанагаттанарлық. Осылайша, тендеулер жүйесі дөңгелектегі орбиталарда салыстырмалы қозғалысты 8000-га дейінгі уақыт аралықта зерттеу үшін пайдаланылуы мүмкін, мұнда дифференция 20 м.

Салыстырмалы қозғалыс математикалық модельдері ОЖ орбитасының эллиптигі және ОЖ орбитасының эллиптиктігін ескермesten салыстырылды. Салыстыру үшін, бастапқы кездегі жағдайлармен, таңдалған модельдер үшін ОС-ға салыстырмалы NS-ның қозғалысын бір мезгілде (10,000 с) :

—жалпы;

$$\Delta Q = -0.01 \text{ m/c}; x_0 = y_0 = z_0 = 0; V_{x0} = 0.6 \text{ m/c}; V_{y0} = 0.4 \text{ m/c}; V_{z0} = 0 \text{ m/c};$$

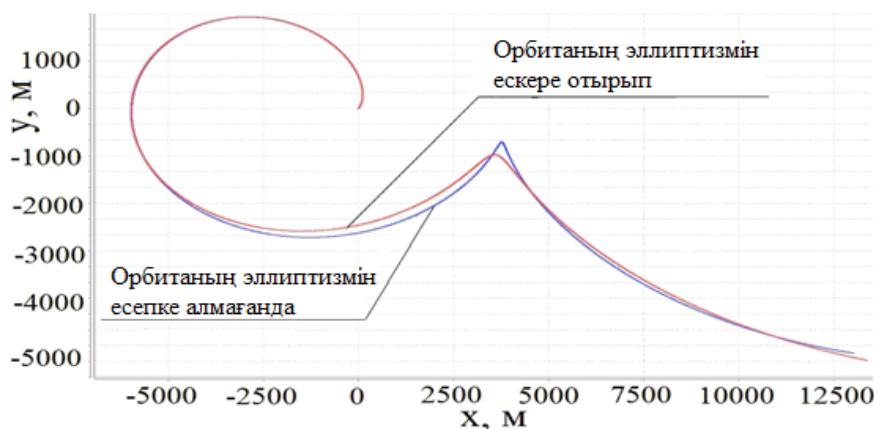
— эллиптикалық орбитаға: апогейдің радиусы - 240 км, перигейдің радиусы - 190 км, орбитаға бейімділігі -  $64^{\circ}$ ;

– айналмалы орбитага; орбитаның биіктігі 215 км, орбиталық бейімділік - 64 °.

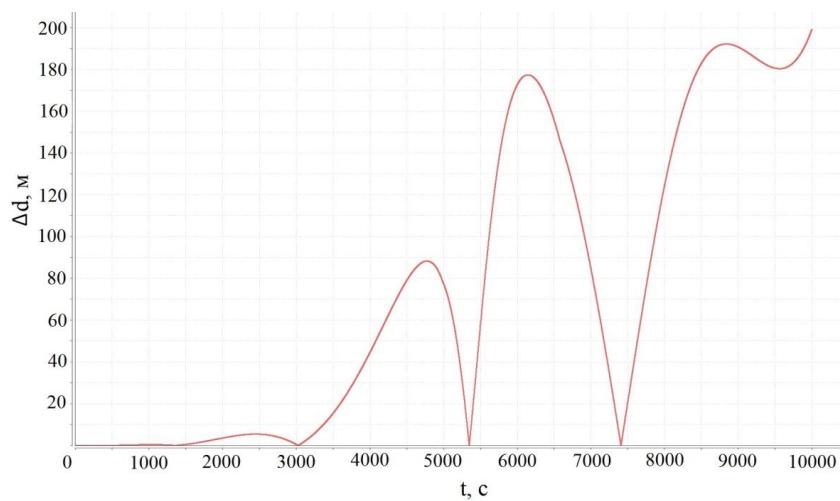
Айналмалы орбитаға арналған биіктік  $T = 5320$  с кезіндегі таңдалған эллиптикалық орбитаға эквиваленттігі туралы ескертулерден таңдалған.

Салыстыру нәтижелері 3-суретте көлтірілген.

Модельдеудің нәтижесінде ОС мен НС арасындағы қашықтықтағы  $d$  өзгеруінің тәуелділігі уақыт бойынша формула бойынша есептелген модельдер үшін алынды. Бұдан әрі, модельдеу нәтижелеріндегі сәйкесіздік қашықтығы айырмашылығы көмегімен алынған.  $\Delta d$  суретте көрсетілген 4.



**3-сүрет.** ОСК жүйесіндегі ОС жүйесіне қатысты қозғалысы



**4-сурет.** ОС мен НС арасындағы қашыктықтағы айырмашылықтағы тәуелділік екі козғалыс математикалық моделі бойынша үақытында

4-суретте көрсетілгендей, салыстырмалы қозғалыстың осы математикалық модельдерінің арасындағы уақыт айырмашылығы монотонды емес түрде өзгереді және ең үлкен мәнге жетеді, яғни

177 м, 10 000 с. Максималдыдан басқа, 4700 және 6000 с-да үлкен сәйкесіздіктер бар, олар 85 және 178 м. Осындағы ауытқулар ОС (100 м) айналасындағы қауіпсіздікпен белгіліген жерде НС соғу ықтималдығын зерттеу кезінде салыстырмалы қозғалыс моделін қолдануына жол берілмейді.

### Қорытындылар

Осылайша салыстырмалы қозғалыс сызықтық математикалық моделі таңдалған уақыт интервалына (10,000 с) салыстырмалы қозғалысты тек айналмалы орбиталар үшін ғана қолдануға болады және эллиптикалық орбиталарға қолданылмайды деген қорытындыға келеді.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Шалыгин А.С., Санников В.А., Петров И.Л. Баллистика космических аппаратов. Учебное пособие. Балтийский гос. тех. уни-т.-СПб., 2006.-129 с.
- [2] Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов. Учебник для вузов. Москва. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016-523 с.
- [3] Авдеев Ю.Ф. Космос, баллистика, человек. Москва. Высшая школа. 2013-272 с.
- [4] Бетанов В. Теоретические основы баллистико-навигационного обеспечения космических полетов. Москва. Мир. 2014.- 438 с.

Тулегулов А.Д., Жармаганбетова Г.М., Ергалиев Д.С., Әбдірашев О.К., Омаркулова Г.Ш.

### Модель орбитальной траектории летательного аппарата с учетом эллиптизма

**Резюме.** В научной статье рассмотрены задачи баллистики, связанные с траекторией движения космических аппаратов. Авторы отмечают, что в зависимости от целей и задач, выполняемых космическим аппаратом могут быть использованы различные методы, позволяющие решать многие практические задачи.

Рассматривается модель орбитальной траектории относительного движения ступени летательного аппарата с учетом эллиптизма. Особенности данной модели заключается в том, что именно данная модель учитывает возможное влияние внешней среды на траекторию полета космического аппарата. В статье приведены результаты моделирования в виде графиков зависимости возможного отклонения траектории во времени.

**Ключевые слова:** баллистика, космические аппараты, методы, орбитальная траектория, моделирование.

### D. Utebayeva

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: dana.utebaieva@gmail.com)

## EFFECTIVENESS OF THE SYSTEM OF UNMANNED AERIAL VEHICLES DETECTION ON THE BASIS OF ACOUSTIC SIGNATURE

**Abstract.** Currently, unmanned aerial vehicles (UAVs) pose a serious threat to public places, such as parks, schools, hospitals, and official buildings. Different strategies of a drone detection system are becoming increasingly active. Especially the detection of UAVs utilizing their acoustic signals aroused interest among researchers, so far as it is more affordable than other traditional solutions. And one of the important scientific tasks in the Drone detection field is the identification of unmanned aerial vehicles with additional load in restricted and crowded places. This direction of the Drone detection system with an acoustic fingerprint is considered as an effective method. Since a loaded drone's sound has a difference than an unloaded drone sound. This article is mainly focused on two purposes: the first is to identify the effectiveness of the drone detection system through its flying sound, and the second is to analyze the state-of-the-art scientific solutions for drone detection using acoustic fingerprints.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, drone detection system, acoustic signals, loaded drones, and unloaded drones.

### Д. Утебаева

(Satbayev университеті, Алматы, ҚР.  
E-mail: dana.utebaieva@gmail.com)

## ҰШҚЫШСЫЗ ӘҮЕ КӨЛІКТЕРІН АКУСТИКАЛЫҚ ДЫБЫС ЖАЗБАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ТИМДІЛІГІ

**Түйіндеме.** Қазіргі уақытта ұшқышсыз әуе көліктері (ҰӘК) саябактар, мектептер, ауруханалар және ресми ғимараттар сияқты қоғамдық орындарға үлкен қауіп төндіруде. ҰӘК-тарды анықтаудағы әртурлі әдістер барған сайын белсенді дамып келеді. Әсіресе акустикалық деректерді қолдана отырып дрондарды табу зерттеушілердің қызығушылығын тудырып отыр, өйткені ол басқа дәстүрлі әдістерге қарағанда қол жетімді болып келеді. Ал

шектелген және халық көп жиналатын жерлерде қосымша жүктемесі бар ұшқышсыз әуе көліктерін анықтау маңызды ғылыми тапсырмалардың бірі және тиімді қорғаныс жүйесі болып саналады. Акустикалық дерекпен Дрон анықтау жүйесінің бұл бағыты тиімді әдіс болып саналады. Себебі жүктелген дронның дыбысы жүктелмеген дроннан айырмашылығы болады. Осы мақала негізінен екі мақсатқа бағытталып отыр: бірінші мақсаты - дрондарды детектілеу жүйелерінің дыбыстары арқылы жузеге асырудың тиімділігін айқындау, ал екінші мақсат - дрондарды дыбыстық сигналдары арқылы детектілеу жүйесіне арналған ғылыми шешімдердің қазіргі күйін талдау болып табылады.

**Кілттік сөздер:** ұшқышсыз әуе көліктері, дрон анықтау жүйесі, акустикалық сигналдар, жүктелген дрондар және жүктелмеген дрондар.

## 1. Кіріспе

Ұшқышсыз әуе көліктері пайдаланылуы оңай және қарапайым болғандықтан қазіргі уақытта рекреациялық мақсатта қөтеп қолданылада. Сондай-ақ, олар әскери мақсатта, ауылшаруашылық техникаларында және аэронавигациялық фотографияларда кең қолданысқа ие. Ал олардың ашық аумақтарда ұшыу: мысалы, әуе терминалдарына жақын жерде немесе халық тығызы орналасқан аумақтарда, ашық саябактарда, мектептерде адамдарға қауіп-катер тудыруы мүмкін. Бірақ бұл кішкентай ұшқышсыз әуе көліктерінің қарастырылып отырған қауіп-катері негізінен қате бақылау немесе адамның басқару қателігі және зиянды пигылда арнайы қателіктің жіберілуі сынды себептермен болады. Сонымен қатар, олардың терроризмге қатысы болуы мүмкін деген қорқыныштар да бар. Бұл кішкентай ұшқышсыз ұшақ жасақтары жеке дараларға қатысты психологиялық соғыспен байланысты болуы мүмкін деген алаңдаушылық та жоқ емес [1], [2], [3], [5]. Сондықтан әр түрлі ортада дрондардың заңсыз пайдаланылуын айқындау, бөліп көрсету және шектеу қажеттілігі туындайды. Осы мақсатта арнайы ұшқышсыз ұшу көліктерін шектелген немесе белгілі бір аймақтарда рұқсатсыз ұшын анықтау жүйесін құру тапсырмасын жузеге асыру міндет етіледі. Сыртқы көрінісі ұсақ болып келетін бұл көліктердің жылдамдығы мен құбылмалы жағдайы оларды детектілеу мәселесінің өте күрделі екендігін көрсетеді [4]. Бұл күрделі тапсырманы шешу үшін, зерттеліп жатқан және қолданыста бар дрондарды детектілеу жүйелеріне жасалған жеке талдауларға [5] қосымша сараптау жасалды. Нәтижесінде жүктелген немесе жүктелмеген дрондарды ажырату тапсырмасында, сондай-ақ көру аймағы қын жағдайларда акустикалық дыбыс жазбалары арқылы анықтау тиімді жүйе екени айқындалды.

## 2. Әдістер

Дрондарды анықтау жүйесі (Drone Detection system) негізінен төрт бағытта дамып келеді: радар, Computer Vision, акустикалық датчиктер және радио-жүйелік датчиктерінің жүйелері. Әлем бойынша ұшуларды басқару ұйымдары ұшқышсыз әуе көліктерінің ұшын басқаруды жузеге асыра отырып, қауіп-катер ықтималдығын азайту бойынша көп жұмыс жасап жатыр. Бұл реттеліп жатқан ережелер ұқыпсыз немесе тәжірибесіз ұшырылатын дрондардың операцияларын тоқтатуы мүмкін, бірақ қылмыстық немесе террористік шабуылдардың алдын алмайды. Сәйкесінше осы аталған ережелердің талаптарын қанағаттандыратын және қауіп-катердің барлық түрелерінің шабуылдарын алдын ала алатын “Дрондарды анықтау жүйесінің” тиімді әдісі келесі тапсырмаларды қолдайтын болуы тиіс: **а** - дронды детектілеу, жіктеу (classification) және ізін қадағалау-бақылау (tracking); **б** - дрондарға тыйым салу немесе дронның аймақта болуына дабыл беру; **с** - бұзылған жағдайда дәлелдемелер жинау [5]. Бұл талаптар мен тапсырмаларды қанағаттандыратын тиімді жүйелер - ғылымның қарқынды дамуының әсерінен келген Machine Learning-ті пайдалану барысында жоғары көрсеткішті нәтижелерді беруде. Сондай-ақ, оны Machine Learning-тің аса қарқынды зерттеліп келе жатқан бөлігі Deep Learning-ті қолданумен шешу ғылымның қызықты, күрделі және кешенді саласына айналды. Себебі, екітапханадағы жұмыстардың басым бөлігі зерттеушілердің Machine Learning-тің дәстүрлі әдістерін (traditional methods such as SVM - support vector machine; KNN - K nearest neighbor, and random forest, etc.) қолданғандығын, ал ендігі кезек Deep Learning-тің әдістерін зерттеуді қажет етегіндігін дәлелдейді. Осы орайда, Machine Learning-тің әдістері негізінде орындалып жүрген, жоғарыда атальып өткен дрон анықтау жүйесінің төрт бағытына түрлі техникалық мүмкіндіктеріне орай талдауға [5] сараптау жасап өтсек. [5] жұмыста зерттеушілер осы төрт жүйенің артықшылықтары мен шектеулі мүмкіндіктерін талқылап өткен. Төмендегі 1-кестеде жасалған тәжірибиелік жұмыстарға негізделе отырып, оларға қосымша талдаулар толықтырылды.

1-кесте. Дрон анықтау жүйесінің түрлі әдістеріне талдау

Анықтау жүйесі	Артықшылықтары, техникалық мүмкіндіктері	Шектеулері (Limitations)
Радар	Бұл жүйе Computer Vision жүйесіне қарағанда табигат факторларынан тәуелсіз, яғни бұлтты, шаң және қар секілді кедергілерге тұрақты; ал акустикалық датчиктерге қарағанда аз бейімді; көру сызығын (LOS - line-of-sight) қажет етпейді.	Дрон анықтау аумағына шектеу бар, басқа жүйелерге қарағанда бағасы бойынша қымбаттау жүйе.
Акустикалық датчиктер	Көру сызығын (LOS - line-of-sight) қажет етпейді, яғни көрініс, жарық, табигат факторлары бойынша қын аумақтарда қолданыла алады; бағасы бойынша қол жетімді. Аса қауіпті, яғни, жүктелген немесе жүктелмеген дрондарды жеткілікті түрде ажыратса алу қабілетіне ие.	Қоршаган орта шуылдары (жел) ерекше байқалатын аумақтарда қындық болуы мүмкін, бірақ машиналық оқыту әдістерін желге немесе басқа да қоршаган орта әсерлеріне көбірек оқыту әдісін қолданса, мәселе шешімін таба алады.
Computer Vision	Қол жетімді бағада. Аса қауіпті болып саналатын дрон түрлерін және оған үқсас санаттағы дрондарды жеңіл анықтай алады.	Табигат әсерлеріне, көру сызығына (LOS - line-of-sight) тікелей тәуелді.
Радио-жиілікті (RF) сигнал негізінегі жүйе	Көру сызығына (LOS - line-of-sight) тәуелсіз және ұзын қашықтықта дрондарды анықтау мүмкіндігіне ие.	Ешқандай байланыс арналары жоқ, өздігінен ұшатын дрондарды анықтау үшін жарамсыз. Ол RF сигналдық таңбаларды үйренуді қажет етеді.

Осы жұмыстағы қарастырылып отырған дрондарды анықтауға арналған жүйелер белгілі бір мақсат негізінде, қандай да бір болжамға және қойылып отырған ғылыми сұрақтың сұранысына орай қолдануға талдау жасалды. Яғни, негізгі ғылыми сұрақ дрондардың аса қауіпті болған түрлеріне: қосымша жүгі бар кезде белгілі бір аймақтарда ұшуы кезінде қажет етілетін анықтау жүйесі сұраныска ие болып отыр. Бұл мәселе аясында акустикалық датчиктердің тиімді әдіс екендігі 1-кесте бойынша анықталып шықты. Сондай-ақ, аса қауіпті дрондарды анықтау мәселесінде жүйе қоршаган ортаның факторларынан тәуелсіз жұмыс жасауы үшін де осы әдіс тиімді болып ұсынылып отыр.

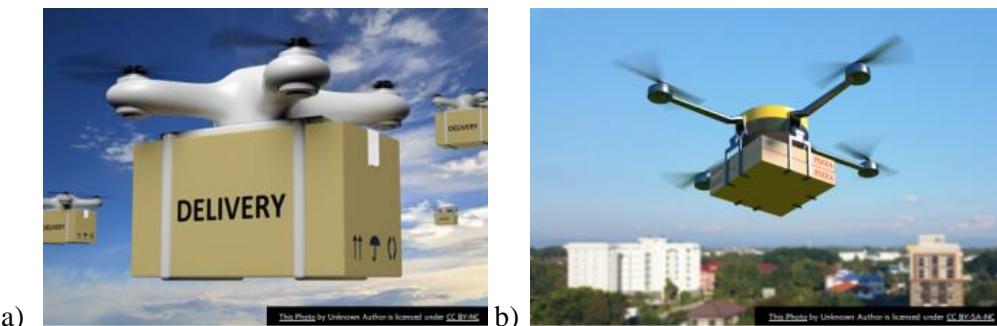
### 3. Нәтижелер

Ұсынылып отырған жұмыста аса қауіпті болып саналатын дрондарды анықтау тапсырмасы яғни, дрондарға белгілі бір салмағы бар артықша жүк тиелгендегі оның адам көп орналасқан аймақта ұшыуын анықтау мәселесі үшін акустикалық әдіс тиімді екендігі ұсынылды. Акустикалық әдістің техникалық шешімі соңғы ғылыми жұмыстардың зерттелу барысымен негізгі екі бөлек салаларға ажыратылады. Бірі дрондарды *детектілеу* болса, екіншісі *локализациялау* болып табылады. Ал осы екі дара салалардың әдістері 1-суретте [5] жіктеліп көрсетілді. [5] жұмыс жалпы дрон анықтау жүйлерінің барлық түрлеріне шолу жасаса, осы жұмыс акустикалық әдістерге шолу жасайды, оның ішіндегі детектілеу саласын Machine Learning аясында толықтай талдайды (әрі қарай жұмыста “детектілеу” немесе “локализациялау” колданылса, олар акустикалық датчик негізіндегі әдісі екендігі қарастырылады).



**1-сурет.** Акустикалық датчик негізінде жүйелердің жіктелуі

Машиналық оқыту (Machine Learning) әдістерімен жүзеге асырылатын дрон детектілеу мәселесін кешенді түрде шешу үшін келесідей негізгі тапсырма бөлікттері ажыратылады: **a** - екілік жіктеу (binary classification), шектеулі аймақта дрон үшуда (there is a drone) немесе дрон үшүші байқалмайды (there is no drone); **b** - көп түрлі жіктеулер (multipile classifications: loaded and unloaded), артық жүктемесі бар (мысалы, 1 кг жүк, қорап, зиянды қорап), артық жүктемесі жоқ; немесе дрондардың түрлі модельдеріне орай жіктеулер.



**2-сурет.** Қосымша жүктемесі бар, аса қауіпті ұшқышсыз әуе көліктері

Машиналық оқыту негізінде акустикалық датчиктерге қатысты ғылыми жұмыстарға талдаулар жасалып, олардың шешімдерінің нәтижелері 2- кестеде талданды.

2- кесте. Аса қауіпті болып саналатын дрондардың акустикалық датчиктермен зерттелуі. **Мұндағы HMM (Hidden Markov Model)** - жасырын Марков моделі; **GMM (Gaussian mixture model)** - Гаусс қоспасының моделі; **ML (Machine Learning)** - машиналық оқыту әдістері; **SVM (Support Vector Machine)** - Тірек векторлар машинасы; **DL - Deep Learning**; **CNN (Convolutional Neural network)** - үйірткілі нейронды желі; **RNN (Reccurent Neural Network)** - реккурентті нейронды желі.

Ғылыми макалалар №	HMM, GMM; ML: SVM	DL: CNN	DL: RNN	DL: CNN - RNN	DL: RNN - CNN
[3]			DL әдістеріне әдіstemelіk шолулар		
[4]	SVM-мен екілік жіктеу				
[6]					CNN-мен көп түрлерге жіктеу: жүктелмеген және жүктелген дрондарды ажырату

[7]		<b>CNN</b> -мен көп түрлерге жіктеу			
[8]		<b>CNN</b> -мен көп түрлерге жіктеу			
[9]	<b>GMM</b> -мен екілік жіктеу	<b>CNN</b> -мен екілік жіктеу	<b>CNN</b> -мен екілік жіктеу		
[10]		<b>CNN</b> -мен екілік жіктеу	<b>CNN</b> -мен екілік жіктеу	<b>CRNN</b> -мен екілік жіктеу	
[12]	HMM-мен көп түрлерге жіктеу				
[13]	ML: <b>random forest</b> -пен жіктеу				
[14]	<b>SVM</b> -мен жіктеу				
[18]	<b>PIL, KNN</b> -мен жіктеу				
[20]	<b>SVM</b> -мен жіктеу, кешенді әдіс				

Талқылау Machine Learning және Deep Learning әдістерімен орындалған акустикалық датчик деректерінің соңғы зерттеулеріне арнайы жасалды. Талқылау нәтижелері Deep Learning әдістері жоғары көрсеткіш беретінін дәлелдеді, ал оның ішінде CNN желісі ғана тәжірибие негізінде зерттеліп қарастырылған.

#### 4. Талқылау

Койылған ғылыми мәселе бойынша, [6], [7] жұмыстар жүктемесі бар немесе жоқ тапсырмасы бойынша көп түрлі жіктеулер (loaded and unloaded) жүйесін қарастырган. [4] жұмыста авторлар аудио файлдардың деректерін уақыт және жиілік параметрлеріне дәстүрлі **ML: SVM** әдісін қолданып, екілік жіктеу тапсырмасын 98 пайыз дәлдікпен орындаған. [8] жұмыс негізінен аймақта дрон мүлдем жоқ, дрон бар, екі дрон бар, аумактың шуылы деген сынды көп түрлі жіктеу тапсырмасын **CNN**-мен өндеген. [11], [17], [19], [21], [23], [24] және [25], [26] жұмыстарда дронды сенімді басқаруға қол жеткізу үшін микрофон (акустикалық датчик) арқылы бірнеше дыбыс көздерін іздеуді: дрон дыбыстарын **локализациялауды** ұсынған. Дрондардың көп түрлерге жіктелуі мәселесі қоршаган орта шуылдары мен басқа дыбыстардың түрлері (машина, құс, жаңбыр) кластеризациясы аясында жіктелуі [12] жұмыста **HMM** әдісімен 24 және 36 MFCC ерекшеліктерін қолдана отырып жүзеге асырылған. [13] жұмыс дрондардың ұшу дыбыстарын **random forest** әдісімен жіктеуді зерттеген. **SVM** әдісі [14] жұмыста MFCC және LPCC коэффициенттері көмегімен ерекшеліктерді жіктеген. [15], [16] жұмыстар дрон детектілеудің корреляциялық әдісін зерттеген. [18] жұмыс дрон дыбыстарының нақты уақыттағы анықталуы екі әдістермен: PIL (Plotted Image Machine Learning), KNN (K Nearest Neighbors) жіктеу арқылы жүзеге асырылған. [20] жұмыс кешенді түрде камера және микрофон секілді датчиктерді біріктіріп, **SVM** әдісімен жіктеген. [22] жұмыс радар мен акустикалық датчиктің комбинациясымен зерттеуді жүзеге асырған. Камера мен есту арқылы біріккен жүйемен дронды анықтау мәселесімен [27] жұмыс айналысқан.

### Қорытынды

Осы жұмыс екі бағыт бойынша мақсаттанды: барлық ұшқышсыз әуе көліктерін анықтаушы жүйелердің техникалық мүмкіндірімен салыстырыла отырып, дрон анықтау жүйесінде аса қауіпті болған дрондарды детектілеуге акустикалық датчиктер тиімді екендігі көрсетілді. Сондай-ақ, жасалған ғылыми эксперименттердің нәтижелеріне сүйене отырып, осы саладағы зерттеу жұмыстарына кешендей талдау жасалды. Ал [6], [7] жұмыстар CNN үйірткілі нейрондық желісі негізінде 99% дәлдікпен акустикалық дыбыс жазбалары арқылы анықтаудың тиімділігін көрсетті.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] S. Shin, S. Park, Y. Kim, and E.T. Matson, Analyze Cost-Efficient System for Small UAS Tracking Using Agent-Based Modeling. // International Workshop on Communication for Humans, Agents, Robots, Machines, and Sensors, HARMS 2015.
- [2] S. Shin, S. Park, Y. Kim, and Eric T. Matson, Design and Analysis of Cost-Efficient Sensor Deployment for Tracking Small UAS with Agent-Based Modeling. // Sensors, 2016.
- [3] A. Carrio, C. Sampedro, A. Rodriguez-Ramos, and P. Campoy. A Review of Deep Learning Methods and Applications for Unmanned Aerial Vehicles. // Hindawi, Journal of Sensors, 2017.
- [4] A. Bernardini, F. Mangiatordi, E. Pallotti, L. Capodiferro, F. U. Bordoni, Drone detection by acoustic signature identification. // Society for Imaging Science and Technology, 2017.
- [5] B. Taha, and A. Shoufan. Machine Learning-Based Drone Detection and Classification: State-of-the-Art in Research. // IEEE Access. 2019.2942944
- [6] D. Lim, H. Kim, S. Hong, S. Lee, G. Kim, A. Snail, L. Gotwals, J. C. Gallagher. Practically Classifying Unmanned Aerial Vehicles Sound using Convolutional Neural Networks. // Second IEEE International Conference on Robotic Computing, 2018.
- [7] Sh. Li, H. J. Kim, S. Lee, J. C. Gallagher, D. Kim, S. W. Park, E. T. Matson. Convolutional Neural Networks for Analyzing Unmanned Aerial Vehicles Sound,. 18th International Conference on Control, Automation and Systems, 2018.
- [8] Hari Charan Vemula (2018). Multiple Drone Detection and Acoustic Scene Classification with Deep Learning. Wright State University
- [9] S. Jeon, J. W. Shin, Y. J. Lee, W. H Kim, Y. H. Kwon, and H. Y. Yang. Empirical Study of Drone Sound Detection in Real-Life Environment with Deep Neural Networks. 25<sup>th</sup> European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2018
- [10] S. Al-Emadi, A. Al-Ali, A. Mohammad, A. Al-Ali. Audio Based Drone Detection and Identification using Deep Learning. 15th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference (IWCMC), 2019.
- [11] K. Yamada, M. Kumon, and T. Furukawa. Belief-Driven Control Policy of a Drone with Microphones for Multiple Sound Source Search. // IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), November 4-8, 2019.
- [12] L. Shi, I. Ahmad, Y.J. He, and K.H. Chang. Hidden Markov Model based Drone Sound Recognition using MFCC Technique in Practical Noisy Environments. // Journal of Communications and Networks, vol.20, NO. 5, October 2018
- [13] N. Siriphun, Sh. Kashihara, D. Fall, A. Khurat. Distinguishing Drone Types Based on Acoustic Wave by IoT Device. // 22nd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 21-24 November 2018.
- [14] M. Z. Anwar, Z. Kaleem, and A. Jamalipour. Machine Learning Inspired Sound-Based Amateur Drone Detection for Public Safety Applications. // IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, NO. 3, March 2019
- [15] J. Mezei, V. Flaska, A. Molnar. Drone Sound Detection. // 16th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, 19-21 November, 2015.
- [16] J. Mezei, A. Molnar. Drone Sound Detection by Correlation. // 11th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, May 12-14, 2016.
- [17] M. Basiri, Felix Schill, P. Lima, and D. Floreano. On-Board Relative Bearing Estimation for Teams of Drones Using Sound. // IEEE Robotics and Automation letters, vol.1, NO.2, July 2016.
- [18] J. Kim, Ch. Park, J. Ahn, Y. Ko, J. Park, J.C. Gallagher. Real-time UAV Sound Detection and Analysis System. // IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), 13-15 March 2017.
- [19] R. P. Fernandes and J. A. Apolinario Jr., Antonio L.L. Ramos. Bearings-only aerial shooter localization using a microphone array mounted on a drone. // IEEE 8th Latin American Symposium on Circuits & Systems (LASCAS), 20-23 February, 2017.
- [20] H. Liu, Zh. Wei, Y. Chen, J. Pan, L. Lin, Y. Ren. Drone Detection based on An Audio-assisted Camera Array. // IEEE Third International Conference on Multimedia Big Data, 2017.
- [21] L. Wang, and A. Cavallaro. Acoustic Sensing From a Multi-Rotor Drone. // IEEE Sensors Journal, vol. 18, NO. 11, June 1, 2018

- [22] S. Park, S. Shin, Y. Kim, E. T. Matson, K. Lee, J. C. Slatter, M. Scherreik, M. Sam, J. C. Gallagher, P. J. Kolodzy, B. R. Fox and M. Hopmeier. Combination of Radar and Audio Sensors for Identification of Rotor-type Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). // IEEE Sensors, 1-4 Nov. 2015.
- [23] P. Misra, A. A. Kumar, P. Mohapatra, Balamuralidhar P. Aerial Drones with Location-Sensitive Ears. // IEEE Communications Magazine, vol. 56, Issue: 7, July 2018.
- [24] O. Ruiz-Espitia, J. Martinez-Carranza, and C. Rascon. AIRA-UAS: an Evaluation Corpus for Audio Processing in Unmanned Aerial System. // International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), June 12-15, 2018.
- [25] P. Misra, A. A. Kumar, P. Mohapatra, Balamuralidhar P. DroneEARS: Robust Acoustic Source Localization with Aerial Drones. // IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), May 21-25, 2018.
- [26] Y. Seo, B. Jang, and S. Im. Drone Detection Using Convolutional Neural Networks with Acoustic STFT Features. // 15th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 27-30 Nov. 2018.
- [27] S. J. Chang and K. W. Li. Visual and Hearing Detection Capabilities to Discriminate whether a UAV Invade a Campus Airspace. // 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications, 2018.

Утебаева Д.

**Эффективность системы обнаружения беспилотных летательных аппаратов на основе акустической сигнатуры**

**Резюме.** В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют серьезную угрозу для общественных мест, таких как парки, школы, больницы и официальные здания. Различные стратегии системы обнаружения беспилотников становятся все более активными. Особенно обнаружение беспилотников с использованием их акустических сигналов вызвало интерес у исследователей, поскольку они более доступны, чем другие традиционные решения. И одной из важных научных задач в области обнаружения беспилотников является детектирование беспилотных летательных аппаратов с дополнительной нагрузкой в ограниченных и людных местах. Это направление системы обнаружения дронов с акустическим отпечатком считается эффективным методом. Так как звук загруженного дрона отличается от звука не загруженного дрона. Эта статья в основном сфокусирована на двух целях: первая заключается в том, чтобы определить важность системы обнаружения беспилотников по их летящему звуку, а вторая - в анализе современных научных решений для обнаружения беспилотников с использованием акустических отпечатков.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, система обнаружения беспилотных летательных аппаратов, акустические сигналы, загруженные беспилотники и не загруженные беспилотники.

УДК 691.34

**Е.З. Букаев<sup>1</sup>, Г.Ж. Кенжетаев<sup>1</sup>, А.К. Серикбаева<sup>1</sup>, Г.К. Муталибова<sup>2</sup>**

(Caspian State University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov (Yessenov University), Aktau, Kazakhstan, ybukayev2@gmail.com

<sup>2</sup> Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia, cirhe@mail.ru)

**PROCESS OF DEVELOPING A NEW MATERIALS FROM WASTE OF EXTRACTION  
A WALL STONE**

**Abstract:** This article considered the issues of obtaining high performance building materials based on waste extraction of limestone-shell. The analysis is performed of the volume waste extraction of limestone-shell in Kazakhstan, as well as analyzed inventions related to the industry of building materials containing additional additives with the possibility of using for the production of polymer-cement tiles various purposes and wall materials. The paper considered the mechanism of mixing of bulk materials is described by analytical dependences, similar to the process of a chemical reaction expressed by the equation of the first kind, connecting with the concentration of the component, the speed of mixing and effort shear layers. The quality of the concrete mixture is determined, the equation of which is obtained, taking into account the mutual location of the mixed layers of the material, depending on the permanent stratification, the physical properties of the components and their concentration. The analysis of the effect chemical interaction of cement dough with carbonate filler, increasing their adhesion, whereby the strength of concrete on carbonate sand increases more than one and a half times in contrast to quartz sand, which allows to increase the efficiency of joint use of these materials. According to the results of physico-chemical studies samples of limestone-shell extraction deposit Zhetybay established that this material limestone-shell is suitable for the production of portland cement, lime and other materials. The matter

of obtaining a polymer-cement composition, based on limestone-shell waste, with plasticizing additives, allowed to solve the problem of obtaining a placeability mixture with a minimum water content, and therefore a new building material.

**Keywords:** polymer-cement composition, betonite mixture, limestone-shell, waste rock-sawing, pulverized fraction, natural raw materials, carbonate filler.

**Е.З. Букаев<sup>1</sup>, Г.Ж. Кенжетаев<sup>1</sup>, А.К. Серикбаева<sup>1</sup>, Г.К. Муталибова<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Yessenov University г.Актау, Казахстан

<sup>2</sup>РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия)

## ПРОЦЕССЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ СТЕНОВОГО КАМНЯ

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены вопросы по получению высоких эксплуатационных строительных материалов на основе отходов добычи известняка-ракушечника. Выполнен анализ объема отходов добычи известняка-ракушечника в Казахстане, а также проанализированы изобретения, относящиеся к промышленности строительных материалов содержащих дополнительные добавки с возможностью использования для производства полимерцементных плиток различного назначения и стеновых материалов. В работе рассмотрен механизм смешения сыпучих материалов, описываемого аналитическими зависимостями, аналогично процесса химической реакции, выраженного уравнением первого рода, связывающего с концентрацией данного компонента, скорости процесса смешения и усилия сдвига слоев. Определено качество бетонной смеси, уравнение которого получено, с учетом взаимного расположения перемешиваемых слоев материала, зависящее от постоянных расслоения, физических свойств компонентов и их концентрации. Выполнен анализ влияние химического взаимодействия цементного теста с карбонатным заполнителем, повышающих их сцепления, вследствие чего прочность бетона на карбонатном песке возрастает более чем в полутора раза в отличие от кварцевого песка, позволяющего повысить эффективность совместного использования этих материалов. По результатам физико-химических исследований пробы добычи известняка-ракушечника месторождении Жетыбай установлено, что данный материал известняк-ракушечника пригоден для производства портландцемента, извести и др. материалов. Вопрос получение полимерцементной композиции, на основе отходов известняка-ракушечника, с пластифицирующими добавками, позволило решить задачу получения удобоукладываемой смеси с минимальным содержанием воды, а следовательно и нового строительного материала.

**Ключевые слова:** полимерцементная композиция, бетонитовая смесь, известняк-ракушечник, отход камнепиления, пылевидная фракция, природное сырье, карбонатный заполнитель.

Развитие строительной отрасли предполагает расширение номенклатуры изделий, в том числе одинакового функционального назначения. Из стенных материалов в последние годы объем производства и применение бетонных изделий, такие как газобетоны, пенобетоны, пористые кирпичи в странах СНГ имеет устойчивую тенденцию к росту, и их широко, используют для устройства стен наряду с керамическим кирпичом, газобетоном и пустотелыми блоками из тяжелого бетона. К одним из существующих достоинств технологии производства, в следствии чего в Казахстане возникает более сотни предприятий по их выпуску [1,2,3]. В настоящее время в Казахстане в результате интенсивных работ по добыче полезных ископаемых накопилось более 20 млрд. тонн различных отходов - вскрышные породы, шлаков, другого вторичного сырья. Эти отходы способствуют загрязнению подземных и поверхностных вод, отрицательно влияют на состояние земельных ресурсов, ускоряет эрозионные процессы, загрязняют атмосферный воздух, деформации вмещающих пород и земной поверхности. Как показывает мировой опыт, одним из рациональных видов переработки вышеуказанных отходов является получение на их основе различных строительных материалов. Повторное включение промышленных отходов в технологический цикл связано с проблемой охраны окружающей среды и позволяет решить ценный комплекс задач: расширить ассортимент отделочных материалов и сырьевую базу промышленности строительных материалов, снизить расход технического природного сырья и энергозатрат, а также предотвратить потери земельных площадей, занимаемых отвалами.

За последние полстолетия бетон все шире применяется в строительстве самых разных объектов, вытесняя другие строительные материалы. Помимо высоких строительно-технических качеств, бетон выгодно отличается от других строительных материалов низкой энергоемкостью и экономической безопасностью для окружающей среды.

Производство бетона не дает вредных отходов и в принципе может быть полностью безотходным. Повторной переработке и использованию может быть подвергнута вода, используемая для промывки барабанов и колес автобетоновозов и возвратная бетонная смесь остающаяся внутри барабанов. Производство бетона - это местный бизнес, и отрицательное влияние на окружающую среду проявляется только в непосредственной близости от заводов товарного бетона. В основном это пылевые загрязнения и шум.

Искусственные каменные материалы, получаемые в результате затвердевания рационально подобранный, однородно перемешанной и уплотненной смеси вяжущего, заполнителей, затворителей и добавок, которая до затвердевания называется бетонной смесью и классифицируется по ГОСТ 25192-2012 [4].

Бетоны могут изготавливаться на основе неорганических и органоминеральных вяжущих, различного рода заполнителей и химических добавок. Их классификация, качественные показатели, назначение, расчеты, связанные с подбором состава бетонов, и другие вопросы подробно освещены и регламентированы соответствующими ГОСТами, ТУ и СНиПами [4,5].

Бетонные смеси получаются после перемешивания дозированных в определенных соотношениях компонентов, входящих в состав бетонов: вяжущего, заполнителей, затворителей и добавок. Основной показатель качества – подвижность, оцениваемая осадкой стандартного конуса (ОСК).

Большинство строительных материалов - бетон, железобетон, стеклопластики, пеностекло и др. являются сложными композициями, состоящими из нескольких компонентов. Состав и свойства составляющих и их содержание в композиции зависят от требований, которые предъявляются к материалу или изделию из него.

Несмотря на широкое распространение процесса смешения сыпучих материалов в различных отраслях промышленности, теория этого процесса не получила достаточного развития. Нет необходимой ясности в представлении о механизме процесса смешения таких сред в различных условиях обработки. Однако по характеру перемещения зерен при движении смешиваемых зернистых материалов в механизме смешения выделяют диффузионную и конвективную составляющую процесса распределения [6].

Диффузионная составляющая процесса смешения подобается процессу химической реакции, описываемой уравнением первого порядка:

$$\frac{dC}{d\tau} = K_1(C_0 - C), \quad (1)$$

где  $K_1$  - константа скорости процесса;  $C$  - количество (концентрация) данного компонента, вошедшего в контакт с другим компонентом смеси.

После интегрирования по времени уравнение (1) принимает вид:

$$C = C_0(1 - e^{-K_1\tau}), \quad (2)$$

Значение константы скорости процесса зависит от усилия сдвига (скорости смешения слоев), размера и формы зерен, их плотности, состояния поверхности и от угла внутреннего трения. Из уравнения (2) видно, что при любом значении  $K_1$  ( $K_1 = const$ ) процесс смешения во времени затухает по экспоненциальному закону.

При рассмотрении механизма смешения допускается, что оба смешиваемых зернистых материала имеют одинаковые зерна, они обладают одинаковой плотностью и другими одинаковыми физико-механическими свойствами и приводятся в начальный контакт с образованием четкой границы раздела I-I, как представлено на рисунке 1 [7].

В условиях, когда нет усилия сдвига (рисунок 1, а), наблюдается четкая граница раздела I-I. При наложении некоторого касательного напряжения  $\sigma_{(\tau)}$ , превышающего напряжение сдвига, соответствующему внутреннему углу трения  $\varphi_1$ , происходит сдвиг слоев и их относительное движение. Если угол внутреннего трения  $\varphi_{(AA)}$  между зернами группы A (на схеме кружочки) и зернами группы B (на схеме черные точки) окажется меньше угла внутреннего трения  $\varphi_{1(A)}$  и  $\varphi_{1(B)}$  в

однородных массах групп  $A$  и  $B$ , то сдвиг будет в плоскости I-I, если же  $\varphi_{1(AA)}$  окажется больше  $\varphi_{1(A)}$  и  $\varphi_{1(A)}$ , то сдвиг произойдет либо в плоскости II-II, либо в плоскости III-III. В процессе сдвига слоев возникают условия перемещения отдельных зерен компонента  $A$  в  $B$  и  $B$  в  $A$  (рисунок 1, а, б). Опытом установлено, что такая миграция частиц идет на глубину 8-9 диаметров частиц от плоскости сдвига, т.е. на глубину  $\delta_A$  и  $\delta_B = 8-9d$ . Такая глубинная миграция свидетельствует о том, что на границе контакта слоев возникают два подвижных пограничных слоя (в зоне  $A$  и зоне  $B$ ) с различными режимами движения по их толщине. Они могут быть охарактеризованы градиентами скорости и концентрацией мигрирующих компонентов.

За пределами этого слоя материал движется сплошной массой в виде ядра (как твердое тело). Если сдвиг происходит в плоскости II-II или III-III, то процесс миграции компонентов определяется положением плоскости сдвига по отношению границы раздела I-I. При удалении плоскости среза более чем на толщину пограничного слоя процесс смешения не наступает.

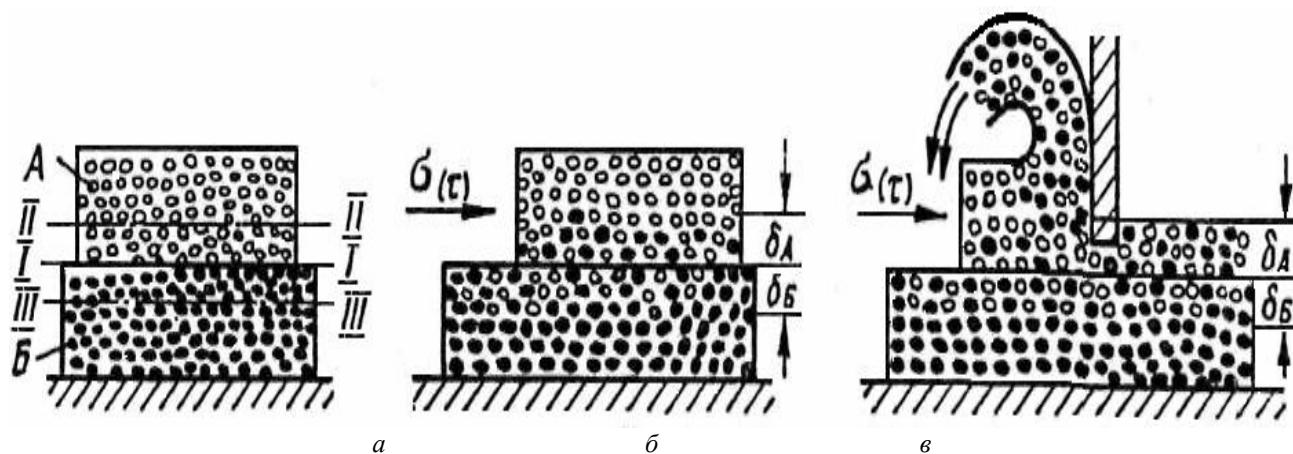


Рис. 1. Схемы движения слоев зернистого материала и зерен в них  
а – исходный слой в покое б – слои смешены: в – разрушение слоистого течения

Fig. 1 - Route diagrams of layers granular material and grains in them  
a – starting layer at rest b – layers mixed c – destruction of layered flow

Поверхность контакта между компонентами смеси в пограничном слое во времени изменяется аналогично закону, представленному уравнением (2):

$$F_{(\tau)} = F_p (1 - e^{-K''\tau}), \quad (3)$$

где  $F_p$  – максимально возможная поверхность раздела;  $K'$  – константа скорости смешения.

Таким образом, смешение сыпучих материалов в рассмотренном режиме движения возможно лишь в прилегающих зонах слоев порошков. Чтобы обеспечить перемещение компонентов во всем объеме массы сыпучего материала, необходимо разрушить ядро потока, т. е. привести в действие другой механизм смешения – конвективный, обеспечивающий перенос материала из пограничного слоя в ядро потока.

При смешении порошковых материалов одновременно с распределением компонентов в смешиваемом объеме происходит частичное расслоение (сегрегация) зернистого материала. Степень расслоения зависит от физико-механических свойств зернистых материалов и описывается следующей зависимостью:

$$\frac{dC}{d\tau} = -B\Phi', \quad (4)$$

где  $dC$  – изменение концентрации компонента, вошедшего в контакт с другим компонентом смеси;  $B$  – постоянная расслоения, зависящая от физических свойств порошка;  $\Phi'$  – потенциал расслоения, являющийся функцией изменения концентрации компонента в данном объеме.

Так как процесс смешения и расслоения компонентов происходит одновременно, то суммарный эффект распределения будет складываться из значений уравнений (3) и (4):

$$\frac{dC}{d\tau} = K_1(C_1 - C_0) - B\Phi', \quad (5)$$

В этом уравнении потенциал расслоения  $\hat{\Phi}'$  в зависимости от того, где будет расположен более плотный порошок в исходном положении сверху или снизу, т.е. выше или ниже плоскости I-I, будет либо положительным, либо отрицательным. Если более тяжелый компонент расположен над легким, значение  $\Phi'$  положительно, если под легким – отрицательно.

После интегрирования уравнения (1) и учета взаимного расположения слоев материала в начале их смешения получено уравнение качества смеси:

$$C = \left\{ 1 - \left[ \frac{B}{K_1} \pm \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{B}{K_1} \right) e^{-K_r} \right]^2 \right\}, \quad (6)$$

Константа смешения  $K_1$  и постоянная расслоения являются эмпирическими величинами, значение которых зависит от физических свойств зернистых материалов и конструктивных особенностей смесителя.

Смешение сыпучих материалов иногда проводят путем последовательного наложения тонких слоев с последующим усреднением. Такое смешение обычно осуществляется в центробежных смесителях непрерывного действия тарельчатого типа. Отличительной особенностью такого процесса смешения является быстрое раздробление (расчленение) смешиемых фаз до размера групп зерен однородного материала, соизмеримого с толщиной пограничного слоя, высокая интенсивность протекания процесса и возможность регулирования соотношения компонентов в смеси. Процесс миграции компонентов при таком смешении подчиняется ранее рассмотренным закономерностям [8].

Смешение (перемешивание) – это процесс образования однородных систем путем приведения в тесное соприкосновение сыпучих тел, жидкостей или газов. Смешение сыпучих тел, жидких, вязко-пластичных и других сред осуществляют механическим, гидравлическим (поточным), пневматическим и другими способами.

Механизм действия процесса перемешивания является весьма сложным, зависит от большого количества факторов и главным образом от конструкции смесителя и режима его работы, т.е. скорости и продолжительности перемешивания [9].

Важным технологическим процессом является – дозирование материалов. На современных бетонных заводах используют в основном весовые дозаторы, т.е. дозирование материалов по массе: цемент, воду и добавки – с точностью до  $\pm 1\%$ , заполнители – с точностью  $\pm 2\%$ . Точность дозирования определяет требуемую точность расчетов состава бетона; расход цемента указывают с точностью до 5 кг, воды – с точностью до 2 л.

Вторым важным технологическим переделом является – перемешивание бетонной смеси. В процессе перемешивания материалов равномерно распределяются по всему объему зерна цемента и заполнителя, смачиваются водой, в результате получается однородная масса, свойства которой в любом месте объема одинаковы.

Впервые рекомендации по использованию пильных известняков, как заполнителей в бетонах, были высказаны профессором Б.Г. Скрамтаевым [10]. Говоря о применении в строительстве «теплового» бетона профессор Б.Г. Скрамтаев указывал на возможность, в качестве заполнителя использовать ракушечник прочностью 10-50 кг/см<sup>2</sup>.

До этого использовались в бетонах известняки высокой прочности, поскольку получение высокомарочных бетонов на мало прочном заполнителе вызвало сомнение.

Прочность бетона (с обычным весом 1,9 т/м<sup>2</sup>) в возрасте 28 дней при расходах цемента 225-300 кг в м<sup>3</sup> активностью 300 кг/см<sup>2</sup> получена в пределах 35-50 кг/см<sup>2</sup> с использованием заполнителя в виде щебня из камня ракушечника 15-25 кг/см<sup>2</sup>. На известняках с R1 = 100 кг/см<sup>2</sup> при тех же условиях и объемном весе 2,1 т/м<sup>2</sup> получена прочность бетона 125 кг/см<sup>2</sup>.

Зарубежная и отечественная наука и практика в области получения пластифицированных бетонов и растворов на плотных заполнителях в настоящее время достигла значительных успехов. Что же касается бетонов на пористых заполнителях, то здесь исследования еще далеко не закончены. Однако, уже сейчас можно сказать что и в легких бетонах применение поверхностно-активных добавок в большинстве случаев вполне оправдано.

В качестве пластификаторов применялись сульфитно-спиртовая барда (ССБ) (группа пластификаторов-пептизаторов) и воздухововлекающая добавка.

Характерно, что в раннем возрасте бетоны с добавкой ССБ набирают прочность менее интенсивно, нежели бетоны без добавок. Применение ССБ позволяет не только снизить расход цемента, но и улучшает морозостойкость и водонепроницаемость пластифицированных бетонов. В отличие от обычных бетонных смесей, пластифицированные смеси не расслаиваются при погрузке и выгрузке, обладают хорошей связностью и не отделяют воду при перевозке и укладке.

Известны изобретения, относящиеся к промышленности строительных материалов, содержащих дополнительные добавки с возможностью использования для производства полимерцементных плиток различного назначения и стеновых материалов [11].

Бетоны на основе известняков повышенной прочности, то их область применения значительно шире. Используя известняки, с прочностью в куске 50-100 кг/см<sup>2</sup> можно получить бетон марок «15»-«30» при расходе цемента 120-160 кг/м<sup>3</sup>. Такой материал, обладая высокими эксплуатационными качествами, вполне пригоден для возведения монолитных стен зданий с числом этажей от 1 до 3-х.

С увеличением расхода цемента до 250-280 кг/м<sup>3</sup> прочность бетона повышается до 50 кг/см<sup>2</sup>. Из такого бетона уже можно изготовить крупные блоки.

Принимая во внимание, что большинство разрабатываемых месторождений пильных известняков дают камни низкой прочности, разработан новый метод использования отходов низко прочных известняков, позволяющий получить стеновой материал, прочность которого значительно превышает исходную прочность заполнителя. Этот метод устраняет некоторые природные недостатки известняков низких марок и, более полно используя их потенциальные возможности, дает одно из решений проблемы утилизации известняковых отходов.

Эффективность использования в бетоне отходов известняка изучалось, как в СНГ (С.С. Гордон, П.И. Боженов, А.А. Гордеев, Э.Р. Пинус, Т.Ю. Любимова, Г.И. Бердов, Л.В. Ильина и др.), так и за рубежом (Т. Торвальдсон, Дж. Фарран, А. Дуран-Херрера, Бусари А, П. Валdez-Тамез и др.) [12,13,14].

Е.С. Савин, исследовавший вопрос использования песка из известняка-ракушечника в качестве заполнителя для цементных растворов и бетонов, а также, определили, что песок ракушечника даже при высоком содержании пылевидных фракций при прочих равных условиях дает в растворах более высокую прочность [15].

В работах французских и американских ученых-бетонщиков (Дж. Фарран, Т. Торвальдсон и др.) показано, что при химическом воздействии цементного теста с карбонатным заполнителем повышается их сцепление, в результате чего прочность бетона на карбонатном песке возрастает более чем 1,5 раза.

Результаты практических и экспериментальных исследований открывают возможности применения образующихся отходов при добыче камня-известняка пониженной прочности - 4-15 кг/см<sup>2</sup> в качестве заполнителя в бетонах и полимерцементных композициях, с тепловой обработкой изделий за счет использования энергии Солнца. С другой стороны, организация гелиополигона для изготовления бетонных и полимерцементных изделий, не только решает проблему утилизации отходов, способствуя уменьшению выбросов в окружающую среду известняковой пыли, но и позволит обеспечить трудоустройство населения.

С помощью рентгенофазового, дериватографического и химического анализов пробы известняка-ракушечника месторождений Жетыбай было проведено физико-химическая исследования. По результатам рентгенофазового анализа пробы известняка-ракушечника показывают о присутствии кальцита  $\text{CaCO}_3$  и небольшого количества  $\text{Mg}(\text{CO}_3)$  магнезита и  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$  доломита. На дериватографическом анализе фиксирован эндотермический эффект разложения карбонатов магния и кальция от 600<sup>0</sup>С до 970<sup>0</sup>С.

По результатам физико-химических исследований проба известняка-ракушечника поступившая на испытания, состоит из карбонатных пород кальцита  $\text{CaCO}_3$  с небольшим количеством примесей.

Таким образом, можно сказать, что содержание  $\text{CaO}$  в пробе исследованного известняка ракушечника составило 53,39%, а  $\text{CO}_2$  – 43,74%. Чистый кальцит состоит 56%, а  $\text{CO}_2$  – 44%.

## • Технические науки

На основании физико-химических исследований можно сделать заключение, что данный материал известняка-ракушечника пригоден для производства портландцемента, извести и др. материалов.

Результаты химического анализа пробы известняка ракушечника представлены на таблице 1.

Таблица 1. Химический анализ пробы известняка-ракушечника месторождении Жетыбай

Минерал	Содержание оксидов, %	Минерал	Содержание оксидов, %
Na <sub>2</sub> O	0,11	CaO	53,39
MgO	2,02	TiO <sub>2</sub>	<0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	MnO	0,03
SiO <sub>2</sub>	0,43	Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0,01	прочие	0,01
K <sub>2</sub> O	<0,01	п.п.п.	43,74

Известняковый щебень имеет сильно развитую поверхность и способен достаточно интенсивно поглощать значительное количество воды. В этой связи по сравнению с бетонами на плотных заполнителях известняковые бетоны (бетониты) имеют значительную большую водопотребность. С переходом на мелкозернистый заполнитель водопотребность бетона увеличивается.

Свежеизготовленный бетонит представляет собой капиллярно-пористое тело, состоящее из пористого заполнителя и цементного теста. Зерна пористых заполнителей, обладая водоотсасывающей способностью, забирая воду из цементного теста, в результате чего последние по контакту с заполнителем уплотняются.

Сильно развитая поверхность и способность отсасывать воду из цементного теста наряду с химическим взаимодействием обеспечивают известняковому заполнителю хорошее сцепление с цементным камнем. Изучение характера разрушения образца из известнякового бетона показало, что разрыв происходит, как правило, по телу заполнителя. При этом наблюдается ясно выраженная зона проникания цементного камня в поверхностный слой заполнителя.

Как известно, количество воды, необходимое для гидратационного твердения цемента, обычно не превышает 10% от его веса. Даже при полной гидратации цемента количество связанной воды не превышает 20%. Однако на затворение бетонной смеси воды идет в несколько раз больше. Так при использовании известнякового щебня ориентировочное количество воды в процентах от веса цемента составляет 100-180%, в зависимости от вида известняка.

Здесь наблюдается два противоречивых положения, воздействующих на качество бетона. С одной стороны, такое большое количество воды требуется для получения необходимой подвижности бетонной смеси, с целью её удобоукладываемости, с другой – увеличение содержания воды приводит к снижению прочности и долговечности бетона. В связи с этим, как избыток воды, так и недостаток её отрицательно сказывается на свойствах бетона.

В настоящее время задача получения удобоукладываемости смеси с минимальным содержанием воды решается двумя путями. Во-первых, применением эффективных механизированных способов укладки бетонов, во-вторых, пластифицированием рабочего состава различными поверхностно-активными добавками, увеличивающими удобоукладываемость бетонной смеси.

В Одесском инженерно-строительном институте исследовались пластифицированные бетоны на низкопрочном известняке-ракушечнике Булдынского и Степановского месторождений. В качестве пластификаторов применялись сульфитно-спиртовая барда (ССБ) (группа пластификаторов-пептизаторов) и воздухововлекающая добавка. Часть образцов была изготовлена с использованием технического пергидроля ( $H_2O$ ) с целью получения бетонов с минимальным объемным весом [10,16].

При сохранении постоянными показателей расхода цемента и подвижности бетонной смеси, прочность бетонов с добавкой ССБ, в количестве 0,15-0,30% от веса цемента, по сравнению с бетонами без добавок, может быть повышенна на 10-15% и более. При этом расход цемента на единицу прочности в 1 м<sup>3</sup> бетона на низко прочном известняке может быть снижен до 5 кг [17].

Максимальное содержание ССБ в бетонной смеси не должно превышать 0,5% веса цемента, так как чрезмерное пластифицирование бетона приводит к резкому снижению его прочности, особенно в раннем возрасте.

Применение сульфитно-спиртовой барды позволяет не только снизить расход цемента, но и улучшает морозостойкость и водонепроницаемость пластифицированных бетонов. В отличие от обычных бетонных смесей, пластифицированные смеси не расслаиваются при погрузке и выгрузке, обладают хорошей связностью и не отделяют воду при перевозке и укладке. В связи с этим, применение пластифицированных бетонов, в первую очередь, следует рекомендовать в гидротехническом строительстве, где перевозки бетонной смеси неизбежны, а к самому бетону предъявляются повышенные требования в отношении его морозостойкости и водопроницаемости.

Изучение влияния технического пергидроля на качество известняковых бетонов показало, что по мере увеличения содержания  $H_2O$  объемный вес бетона снижается и может быть доведен до 1,3-1,4 т/м<sup>3</sup>. Однако, прочность бетона при этом тоже падает. Ввиду этого максимальное содержание  $H_2O$  следует ограничивать в пределах 1-1,5% от веса цемента. В этом случае прочность бетона снижается незначительно.

Портландцемент, как и раньше, остается основным гидравлическим вяжущим для строительства. Однако, его производство сопровождается высоким энерго- и ресурсопотреблением, а также значительными выбросами загрязняющих атмосферу веществ. Так, для получения 1 т портландцемента требуется более 1 т сырья, 200-300 кг условного топлива и более 100 кВт электроэнергии. При этом выделяется в окружающую среду до 1 т углекислого газа, до 9,5 т – оксидов азота, а также значительное количество пыли [18].

Согласно «Повестке дня на XXI век», принятой в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на саммите ООН, на смену безграничному наращиванию производственной деятельности принята «концепция устойчивого развития» мира в целом. Основными принципами концепции явились ресурсо- и энергосбережение, а также защита окружающей среды от загрязнения промышленными и бытовыми отходами [19]. В области производства и применения гидравлических вяжущих эти проблемы решаются несколькими путями [20,21]:

- наращивание объемов производства и применения малоклинкерных портландцементов с минеральными добавками;
- разработка и развитие производства бесклинкерных вяжущих.

Производство «экологичных» цементов и бетонов основано на применении активных минеральных добавок и созданию так называемых композиционных цементов, которые позволяют не только получать материалы на их основе с заданным комплексом свойств, но и использовать минерально-сырьевую базу регионов страны, а также решать проблему утилизации техногенных и промышленных отходов.

С этой точки зрения в работе предлагается полученная полимерцементная композиция на основе отходов известняка-ракушечника, с пластифицирующими добавками, что позволило решить задачу получения удобоукладываемой смеси с минимальным содержанием воды, и следовательно нового строительного материала (таблица 2,3).

Для улучшения качества бетонитов (бетонов с заполнителем из отходов известняка-ракушечника) необходимо добиться снижения расхода цемента, воды, повышения качества физико-химических свойств.

Цель достигается тем, что полимерцементная композиция [22], включающая портландцемент или декоративный цемент (белый, красный), наполнитель водный раствор полимера, содержащий уайт-спирит и ускоритель твердения - раствор дюралюмина в соляной кислоте, в соотношении 1:10, разбавленный водой до 1% концентрации. В качестве наполнителя используются отходы известняка-ракушечника, образованные в результате распиловки камней и блоков, а в качестве водного раствора для затворения массы – 0,15% раствор полиакриламида. Раствор композиции готовится при следующих соотношениях компонентов, масса %:

Таблица 2 – Состав полимерцементной композиции

Исходный материал		Масса, %
1.	Цементный белый	7-8
2.	Указанный наполнитель	68-73

3.	Указанный водный раствор полимера	15-18
4.	Уайт-спирит	0,5-1,0
5.	Указанный ускоритель твердения	0,7-1,2

Предлагаемый строительный материал, обеспечивает удобоукладываемость и подвижность смеси, увеличение по прочности и водопроницаемости при значительно меньшем расходе цемента (в 2 раза), полимера (в 3 раза). Кроме того, изготовление этого материала позволяет рационально использовать отходы карьерного хозяйства.

Выводы:

1. Установлен механизм смешения сыпучих материалов, описываемого аналитическими зависимостями, аналогично процесса химической реакции, выраженного уравнением первого рода  $C = C_0(1 - e^{-K_1 t})$ , связывающего с концентрацией данного компонента, скорости процесса смешения и усилия сдвига слоев.

2. Определено качество бетонной смеси, уравнение которого получено, с учетом взаимного расположения перемешиваемых слоев материала, зависящее от постоянных расслоения, физических

$$\text{свойств компонентов и их концентрации } C = \left\{ 1 - \left[ \frac{B}{K_1} \pm \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{B}{K_1} \right) e^{-K_1 t} \right]^2 \right\}.$$

3. Выполнен анализ влияния химического взаимодействия цементного теста с карбонатным заполнителем, повышающих их сцепления, вследствие чего прочность бетона на карбонатном песке возрастает более чем в полтора раза в отличие от кварцевого песка, позволяющего повысить эффективность совместного использования этих материалов.

4. По результатам физико-химических исследований пробы добычи известняка-ракушечника месторождении Жетыбай установлено, что данный материал известняк-ракушечника пригоден для производства портландцемента, извести и др. материалов.

5. Для повышения качества бетонитов и снижения расхода цемента и воды, полимерцементная композиция, включающаяся портландцемент, водный раствор полимера, содержащий уайт-спирит и ускоритель твердения – раствор дюралюминии соляной кислоты, в соотношении 1:10, разбавленный водой до 1% концентрации, а в качестве наполнителя используется отходы известняка-ракушечник после его распиловки и добычи, а в качестве водного раствора для затворения массы – 0,15% раствор полиакриламида.

6. Установлен раствор полимерцементной композиции при соотношениях компонентов указанных на таблице 2.

7. Предлагаемый строительный материал, обеспечивает удобоукладываемость и подвижность смеси, увеличение по прочности и водопроницаемости, при значительно меньшем расходе цемента (в 2 раза), полимера (в 3 раза), позволяет рационально использовать отходы карьерного хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рахимов Р.З., Магдеев У.Х., Ярмаковский В.Н. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья // – М.: Строительные материалы, 2009. №12. - С. 8-11.
- [2] Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р. Строительство и минеральные вяжущие прошлого, настоящего и будущего // – М.: Строительные материалы, 2013. №5. - С. 57-59.
- [3] Pricc B. CEM II cements in the UK the way forward // Journal of Concrete. -2007. №2 (41). – Р.36-38.
- [4] ГОСТ РФ 25192-2012. Бетоны. Классификация и общие технические требования. - Введ. 2013-07-01. – М.: ФГУП СТАНДАРТИНФОРМ. 2012. – 4с.
- [5] СНиП РК 5.03-34-2005. Бетонные и железобетонные конструкции. - Введ. 2006-06-01.– М.: ФГУП. 2005. – 20 с.
- [6] Айрапетов Г.А., Безродный О.К., Жолобов А.Л. и др. Строительные материалы: учебно-справочное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 621 с.
- [7] Болдырев А.С., Золотов П.П., Лысов А.Н. и др. Строительные материалы // Справочник. – М.: Стройиздат, 1989. – 567 с.
- [8] Филикман В.Р. и др. Архитектурный бетон: новые подходы к обеспечению качества // - М.: Бетон и железобетон. 2002. №5. - С. 10-13.

- [9] Борщ И.М. и др. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов: учебник для вузов. – Киев: Вища школа, 1981. – 296 с.
- [10] Фарран Дж. Минералогические исследования контактных слоев между цементным камнем и заполнителем в бетоне. №9. 1958. с. 189.
- [11] А.с. 1368298. СССР. Керамическая масса для изготовления облицовочных плиток. /Н.М. Бобкова, И.М. Терещенко, И.С. Качан, О.И.Ливщиц; опубл 23.01.88, Бюл. № 3. – 3 с.
- [12] Бердов Г.И., Ильина Л.В., Зырянова В.Н., Никоненко Н.И., Мельников А.В. Повышение свойств композиционных строительных материалов введением минеральных микронаполнителей // – М.: СТРОЙПРОФИ. 2012. №2 - С. 26-29.
- [13] Duran-Herrera A., De-Leon-Esquivel J., Bentz D.P., Valdez-Tamez P. Self-compacting concretes using fly ash and fine limestone powder: Shrinkage and surface electrical resistivity of equivalent mortars // Construction and Building Materials, - 2019.- Vol.199, - P.50-62.
- [14] Busari A., Dahunsi B., Akinmusuru J. Sustainable concrete for rigid pavement construction using de-hydroxylated Kaolinitic clay: Mechanical and microstructural properties // Construction and Building Materials, - 2019.- Vol. 211, - P.408-415.
- [15] Шицкова А.П. Охрана окружающей среды в нефтеперерабатывающей промышленности / – М., «Химия». 1980. - с.256.
- [16] Будников П.П, Колбасников В.М., Пантелеев А.С. О гидратации алюмосодержащих минералов портландцемента в присутствии карбонатных микрозаполнителей // - М.: «Цемент». 1961. №1. - С. 41-49.
- [17] Исаев А.В. Исследование свойств пластифицирующей и водоредуцирующей добавок и их влияния на свойства бетонной смеси и бетона: учеб.-метод. пос. / А.В. Исаев; Нижегор. гос. архитектур. - строит. ун-т - Н.Новгород: ННГАСУ, 2016. – 33 с.
- [18] Ферронская А.В., Малинина Л.А., Волков Ю.С. Производство и применение бетона и железобетона – как экологическая доминанта / Бетон и железобетон – пути развития. Науч. труды 2-й Всер. (Междунар.) конф. по бетону и железобетону. 5-9 сентября 2005 г. Москва. – в 5т. – Т. 1. Пленарные доклады. – М.: Дипак, 2005. – С.349-360.
- [19] Кулибаев А. А. Строительные материалы: учебник для учащихся ВУЗ строительного профиля / - Алматы: Таймас, 2004. – 352 с.
- [20] Кұатбаев А.К. Композиционные силикатные материалы контактного твердения из отходов промышленности. – Алматы: НИЦ «Гылым», 2001. – 229 с.
- [21] Кулибаев А.А. Особенности развития отрасли строительных материалов в Казахстане // Вестник Национальной инженерной академии РК. №4 2006. – 114-119 с.
- [22] Пат. 4370 РК. Полимерцементная композиция / Г.Ж. Кенжетаев, А.К. Серикбаева, Е.З. Букаев, А.М. Айтимова, А.Н. Боранбаева, Ш.К. Баймукашева; опубл. 25.10.2019, Бюл. № 43. – 3 с.

Букаев Е.З., Кенжетаев Г.Ж., Серикбаева А.К., Муталибова Г.К.

**Қабырға тасының өндіру қалдықтарынан жаңа материалдарды жасау үдерістері**

**Түйіндеңе.** Бұл мақалада әктас-ұлутас өндіру қалдықтары негізінде жоғары эксплуатационды құрылыш материалдарын алу мәселелері қарастырылған. Қазақстанда әктас-ұлутас өндіру қалдықтарының көлемінде талдау жасалынды, соңдай-ақ құрамында түрлі мақсаттағы полимерцементті плиткалар мен қабырға материалдарын өндіру үшін пайдалану мүмкіндігі бар қосымша қоспалардың құрылыш материалдарының өнеркәсібіне қатысты өнертабыстар талданды. Жұмыста аналитикалық тәуелділіктермен сипатталатын сусыналы материалдарды арапастыру механизмі қарастырылған, осы компоненттің концентрациясымен, арапастыру процесінің жылдамдығымен және қабаттардың жылжу күштерімен байланыстыратын бірінші текті тендеумен айқындалған химиялық реакцияның процессине ұқсас. Тұракты қатпарлануға тәуелді, компоненттердің физикалық қасиеттеріне және олардың концентрациясына байланысты материалдың арапастырылатын қабаттарының өзара орналасуын ескере отырып, тендеуі алынған бетон қоспасының сапасы анықталды. Цемент қамырының карбонатты толтырышпен химиялық өзара әрекеттесіндегі олардың ілінуін арттыратын әсері талданды, соның салдарынан бетонның карбонатты құмдағы беріктігі осы материалдарды бірлесіп пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін кварц құмына қараганда бір жарым еседен артық өседі. Физика-химиялық зерттеу нәтижелері бойынша Жетібай кен орнындағы әктас-ұлутас өндіру сынамасы осы әктас-ұлутас материалы портландцемент, әктас және т.б. материалдарды өндіруге жарамды екендігі анықталды. Әктас-ұлутас қалдықтарының негізінде полимерцементті композицияны пластификациялаушы қоспаларымен алу мәселесі, судың аз мөлшерінде ыңғайлы тәселетін қоспаны алу міндетін шешуге мүмкіндік береді, сәйкесінше жаңа құрылыш материалында.

**Түйінді сөздер:** полимерцементті композиция, бетонитті қоспа, әктас-ұлутас, тас үгіндісінің қалдығы, шаш тәріздес фракция, табиги шикізат, карбонатты толтыргыш.

I. Ivanov, E.N. Kupriyanov, S.V. Tureev, B.B. Akhmetov,  
Zh.K. Alimseitova, K. Mukapil

## NEURAL NETWORK GENERALIZATION OF CLASSICAL STATISTICAL CRITERIA FOR PROCESSING SMALL SAMPLES OF BIOMETRIC DATA

**Annotation.** The aim of the work is to increase the power of statistical criteria due to their joint application to reduce the requirements for the volume of test samples. **Methods.** The classical statistical criteria: chi-square, Cramer von Mises and Shapiro-Wilk have been proposed to combine through the use of equivalent artificial neurons. Each neuron compares the input characteristics with a pre-calculated threshold and has two output states. This allows you to get three bits of the binary output code of the network of three artificial neurons. **Results.** It is shown that each of these criteria on small samples of biometric data gives large values of errors of the first and second kind when testing the normality hypothesis. The neural network of the three considered criteria can significantly reduce the probability of errors of the first and second kind. The results of paired neural network generalizations as well as a neural network generalization of the three considered statistical criteria are presented. **Conclusions.** A forecast is given of the expected error probabilities of the first and second kind for neural network generalizations of 10 and 30 classical statistical criteria for small samples containing 21 experiments. An important element of forecasting technology is the symmetrization of the problem, when the probabilities of errors of the first and second kind are made the same and averaged. Modules of pair correlation coefficients of output states of adders of artificial neurons are also averaged. Only in this case, the relationship between the number of generalized criteria and the expected error probabilities of the first and second kind becomes linear in logarithmic coordinates.

**Key words:** statistical criteria: chi-square, Cramer von Mises, Shapiro-Wilk; artificial neural networks, small samples, hypothesis testing of the normal data distribution law.

А.И. Иванов<sup>1</sup>, Е.Н. Куприянов<sup>2</sup>, С.В. Туреев<sup>3</sup>, Б.Б. Ахметов<sup>4</sup>,  
Ж.К. Алимсейтова<sup>5</sup>, К. Мукапил<sup>5</sup>

(<sup>1</sup>Пензальық ғылыми-зерттеу электротехникалық институт, Ресей, Пенза

<sup>2</sup>Пензальық мемлекеттік университет, Ресей, Пенза

3Байланыс жүйелері және басқару ФЗИ, Ресей, Мәскеу

<sup>4</sup>Есенов университет, Қазақстан, Ақтау

<sup>5</sup>Фұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,  
Қазақстан, Алматы

email: ivan@pniei.penza.ru, ibst@pnzgu.ru, niissu@ niissu.ru, berik.akhmetov@ya.edu.kz,  
zhuldyz\_al@mail.ru, kaiyrkhan@mail.ru)

## БИОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІҢ ШАҒЫН ІРІКТЕМЕЛЕРІН ОНДЕУ ҮШІН КЛАССИКАЛЫҚ СТАТИСТИКАЛЫҚ КРИТЕРИЙЛЕРДІ НЕЙРОЖЕЛІЛІК ЖАЛПЫЛАУ

**Аннотация.** Жұмыстың *мақсаты* тестілік іріктеме көлеміне талаптарды төмендету үшін статистикалық критерийлерді бірге қолдану арқылы олардың қуатын жоғарлату. **Әдістер.** Хи-квадрат, Крамер фон-Мизес және Шапиро-Уилк классикалық статистикалық критерийлерді оларға сәйкес жасанды нейрондарды қолдану арқылы біріктіру ұсынылған. Әр нейрон кіріс сипаттамаларды алдын ала есептелген шекпен салыстырады және оның екі шығыс күйі болады. Бұл үш жасанды нейроннан желінің бинарлық шығыс кодының үш разрядын алуға мүмкіндік береді. **Нәтижелер.** Бірқалыптық гипотезасын тексеру кезінде биометриялық деректердің шағын іріктемелерінде критерийдің әркайсысы бірінші және екінші түрлі қателердің үлкен мәндерін беретіні көрсетілген. Үш қарастырылатын критерийді нейрожелілік біріктіру бірінші және екінші түрлі қателер ықтималдығын айтартықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Жұптық нейрожелілік жалпылаудың нәтижелері, сонымен қатар үш қарастырылатын статистикалық критерийдің нейрожелілік жалпылау нәтижелері келтірілген. **Тұжырымдар.** 21 тәжірибеден тұратын шағын іріктемелер үшін 10 және 30 классикалық статистикалық критерийлер үшін бірінші және екінші түрлі қателердің күтілетін ықтималдықтарына болжам беріледі. Болжау технологиясының маңызды элементі есепті симметризациялау, бұл жерде бірінші және екінші түрлі қателердің ықтималдықтары теңдестіріледі және орташаланады. Осыған қоса жасанды нейрондар сумматорларының шығыс күйлерінің жұптық корреляция коэффициенттері де орташаланады. Тек осы жағдайда жалпыланатын критерийлер санының бірінші және екінші түрлі қателердің күтілетін ықтималдықтарымен байланысы логарифмдік координаттарда сыйыкты болады.

**Кілттік сөздер:** статистикалық критерийлер: хи-квадрат, Крамер фон-Мизес, Шапиро-Уилк; жасанды нейрондық желілер, шағын іріктемелер, деректерді үlestірудің қалыпты заңы гипотезасын тексеру.

### Шағын іріктемелер деректерінің үйлестіру заңын бақылау проблемасы

Бірегей жауапкершілігі жоғары жүйелердің [1, 2] сенімділігін қамтамасыз ету проблемалары көпқырлы және олар тек ұйымдастыру-техникалық шаралардың кешенімен шешілу мүмкін. Бұл проблемалар ерекше жарық нейрожелелек биометрияда көрінеді. Эрқайсымыздың бірегей биометриялық бейне бар, оны кездейсоқ символдардан тұратын бірмәнді криптографиялық кілтке немесе ұзын құпиясөзге түрлендіру қажет. Түрлендірудің бірмәнділігі нейрондық желіні оқытумен қамтамасыз етіледі, бұл жағдайда оқытатын іріктемеде қалыптыға жақын деректерді үйлестірудің көпөлшемді заңы болады. Барлық проблема оқытатын іріктемеде жақсы орындауды, егер бұл іріктеме дұрыс алынған болса және лақтырулары (өрескіл қателері) болмаса. Биометриялық деректердің іріктемесі ұлken (200 және одан көп тәжірибе) болған жағдайда оларды үйлестіру гипотезасын тексеру күн емес. Хи-квадрат критерийді немесе басқа статистикалық критерийді қолдануға болады [4]. Биометрияның проблемаларының [5] бірі, оның пайдаланушылары жасанды нейрондық желінің оқыту автоматына [3] өзінің биометриялық бейнесінің 200 және одан көп мысалдарын бергісі келмейтінінде. Пайдаланушылар өз бірегей биометриялық бейнесінің, мысалы, қолжазба құпиясөзін немесе дауысты құпиясөз тізбегін, 10-нан 20-ға дейін мысалдарын берген кезде өздерін жайлы сезінеді. Оқыту үшін одан көп мысалдарды беруді талап етуді пайдаланушылар жағымсыз қабылдайды.

Ұқсас жағдай ботаникада, биологияда, медицинада пайда болады. Ботаник немесе биолог селекционерінде қажетті сирек қасиеттері бар 200 бас малдардың (өсімдіктер экземплярлар) іріктемесін қысқа уақытта алуға мүмкіндігі жоқ. Дұрыс статистикалық бағалау үшін жеткілікті іріктемені ұзақ уақытта алуға болады, қажетті сирек қасиеттерді бірнеше буындарда бөліп және бекітіп.

Медицинада ұқсас жағдай байқалады: статистикалық гипотезаларды тексеру үшін ұлken іріктемелер қажет. Шағын іріктемерді статистикалық өндөу тақырыбы әйгілі, бірақ белгілі ұсыныстар [6, 7] жағдайды құрт жақсартуды бермейді. Ереже ретінде, жақсартуға егер бірнеше статистикалық критерийді [8] қолданса ғана жетуге болады.

Белгілі статистикалық критерийлерді [9] күшетуге талаптануға болады, бірақ бұл жол айтарлықтай жақсартуларды бермейді. Ереже ретінде, жана статистикалық критерийлер немесе ескілерді модификациялау бөлек нашар жұмыс істейді.

Берілген жұмыстың негізгі идеясы классикалық статистикалық критерийлерді нейрожелілік біріктіру [4, 10, 11]. Ресейлік нейрожелілік биометрияның жетістігі өте маңызды. Отандық ақпараттық қауіпсіздік нарығының реттеушілер күштерімен нейрожелілік биометрияға бір қатар өте қатаң талаптарды регламенттайдын ұлттық ресейлік стандарттар пакеті ГОСТ Р 52633.хх құрылды. Берілген мақала шенбериңде біз нейрожелілік биометрияның жақсы істеліп біткен математикалық тәсілдерін жана пәндік аймақтарға бейімдеуге талпыныс жасап көреміз. Бұл ретте біз отандық ақпараттық қауіпсіздік нарығының реттеушілерінің бірінші және екінші түрлі қателер ықтималдықтарына қойылатын рекорттық қатаң талаптары, егер нейрожелілік биометрияның стандарттар пакетінің ГОСТ Р 52633.хх негізгі ұсыныстарын қолданса, басқада пәндік аймақтарында орындалатынын көрсетуге талпынамыз.

#### 5 кірісі бар хи-квадрат нейронды синтездеу және баптау

Бірқалыптық гипотезасын тексеру кезінде тәжірибеде жиі Пирсонның хи-квадрат критерий қолданылады. Қолемі 21 тәжірибеден тұратын шағын іріктеме үшін хи-квадрат критерий мәнін есептеу формуласы келесі:

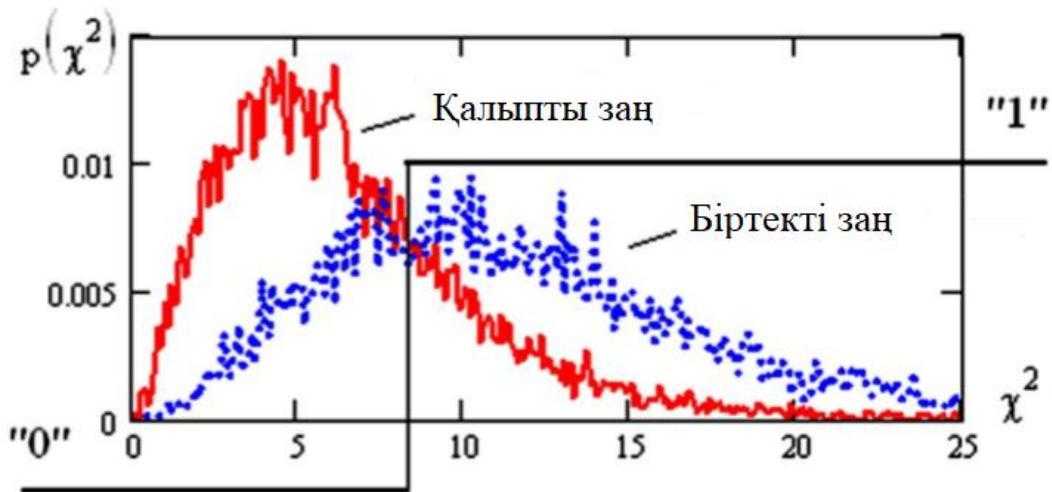
$$\chi^2 = 21 \cdot \sum_{i=1}^{5} \frac{\left( \frac{n_i}{21} - \Delta \tilde{P}_i \right)^2}{\Delta \tilde{P}_i}, \quad (1),$$

бұл жерде  $n_i$  – гистограмманың  $i$ -ші аралығына түсken тәжірибелер саны,  $\Delta \tilde{P}_i$  - тексерілетін іріктеме деректерінің қалыпты үйлестіру заңы кезінде тәжірибелердің гистограмманың  $i$ -ші аралығына түсүнің күтілетін ықтималдығы.

Отандық стандартталған ұсыныстарына [10] сәйкес гистограмманың әр аралығына түсken тәжірибелердің орташа саны 5 жақын болу керек екенін ескеरтейік. Осы себеппен формула (1) 21 тәжірибеден тұратын шағын іріктеме үшін гистограмманың 5 аралығы бойынша қосу қолданылады.

Оз формуласын құрган кезде 1900 жылы Пирсон есептеу техникасын қолдана алмады. Сол себептен ол шексіз ұлken іріктемелер үшін асимптотикалық қатынастарды іздеуге мәжбүр болды. Бүгін

жағдай өзгерді, әр студент 21 тәжірибеден тұратын миллиондаған іріктемелерді жаңғырту үшін бағдарлама жаза алады. Сурет 1 мәндерді қалыпты және біртекті үйлестіру занымен іріктемелер үшін хи-квадрат критерий мәндерін ықтималдығының үйлестіру келтірілген.



**1-сурет.** Мәндерді қалыпты және біртекті үйлестіру занымен 21 тәжірибеден тұратын іріктемелер үшін хи-квадрат критерий мәндерін үйлестіру

Жасанды нейрондар кіріс деректерін екі классқа «қалыпты» және «біркелкі» тиімді бөлу үшін бапталатынын ескерте кету керек [12]. Сурет 1 хи-квадрат нейронның шектік элементі шығыстың континуумын екі аймаққа бөледі: «0» - «қалыпты» деректер және «1» - «біркелкі» деректер. Хи-квадрат нейронның шығыс кванттаушысын баптау бірінші және екінші түрлі қателер мәнінің теңзітималдық  $P_1=P_2=P_{EE}=0,292$  шартынан орындалады.

Хи-квадрат нейронның бес кіріс параметрін алу үшін, тексерілетін іріктеме деректерін олардың мәндері бойынша сұрыптау қажет:

$$x = \text{sort}(x) \quad (2)$$

Сонымен қатар гистограмма аралығының енін есептеу қажет:

$$\Delta x = \frac{x_{20} - x_0}{5}. \quad (3)$$

Ары қарай аралықтар шеттерінің орналасуы есептеледі:

$$X_i = x_0 + \Delta x \cdot i \quad i = 0, 1, \dots, 5 \text{ кезінде.} \quad (4)$$

Тек осыдан кейін гистограмманың әр интервалына тұсу санын есептеуге және нейрон (1) үшін кіріс параметрлер векторын  $\{n_1, n_2, \dots, n_5\}$  қалыптастыруға болады. Қорытынды нәтиже квантталады:

$$\begin{cases} z(\chi^2) \leftarrow "0" & \text{егер } \chi^2 \leq 7,72; \\ z(\chi^2) \leftarrow "1" & \text{егер } \chi^2 > 7,72. \end{cases} \quad (5)$$

Нәтижеде 21 тәжірибеден тұратын іріктеме үшін хи-квадрат нейронын жүзеге асырудың толық формалды сипаттамасын аламыз.

#### 10 кірісі бар Шапиро-Уилк нейронын синтездеу және баптау

21 тәжірибеден тұратын іріктемеге Шапиро-Уилк критерийін қолдану болады [4, 11]. Оның мәні келесі формууламен есептеледі:

$$\vartheta^2 = \frac{1}{(\sigma(x))^2} \cdot \left\{ \sum_{i=0}^9 a_i \cdot (x_{20-i} - x_i) \right\}^2, \quad (6)$$

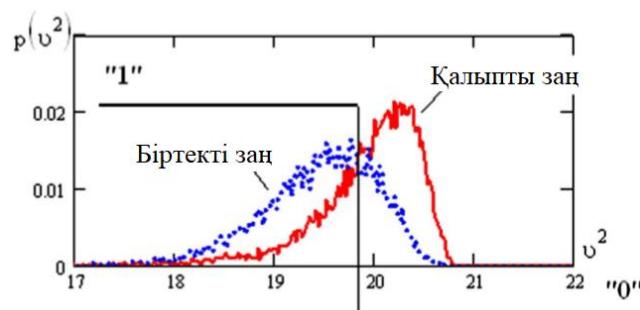
бұл жерде  $x_i$  - тексерілетін іріктеменің реттелген мәндері,  $\sigma(x)$  - стандартты ауытқу,  $a_i$  - Шапиро-Уилк коэффициенттерінің кестелік мәндері.

Қалыпты және біртекті заңдар үшін осы критерийдің мәндерін үйлестіру сурет 2 келтірілген.

Егер (6) функционалын кейбір жасанды нейрон ретінде қарастырсақ, онда оның шығыстары зерттелетін іріктеменің 10 деректер айырмасы болады, ал шығын кванттаушысы келесі қатынастармен сипатталады:

$$\begin{cases} z(\vartheta^2) \leftarrow "0" & \text{егер } \vartheta^2 \geq 19,8; \\ z(\vartheta^2) \leftarrow "1" & \text{егер } \vartheta^2 < 19,8. \end{cases} \quad (7)$$

Кванттаушының іске қосылу шегінің осындай бапталуы бірінші және екінші түрлі қателер ықтималдықтарының бірдей мәндерін  $P_1=P_2=P_{EE}=0,303$  қамтамасыз етеді.



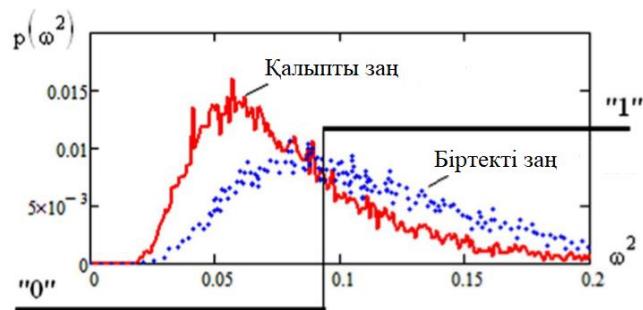
**2-сурет.** Мәндерді қалыпты және біртекті үйлестіру заңымен 21 тәжірибеден тұратын іріктемелер үшін Шапиро-Уилк критерий мәндерін үйлестіру

#### 20 кірісі бар Крамер фон-Мизес нейроның синтездеу және баптау

Егер хи-квадрат нейронын (1) және Шапиро-Уилк нейронын (6) салыстырсақ біз олардың кіріс өлшемі (олардың сумматорлар кірістерінің санын) көлемінің өсуін көреміз. Крамер фон-Мизес нейронның кіріс көлемі оданда үлкен:

$$\omega^2 = \sum_{i=0}^{19} \left( \frac{i+1}{21} - \tilde{P}(x_i) \right)^2 \cdot \frac{x_{i+1} - x_i}{x_{20} - x_0}. \quad (8)$$

Крамер фон-Мизес нейрон сумматорының шығысында мәндерді үйлестіру сурет 3 келтірілген:



**3-сурет.** Мәндерді қалыпты және біртекті үйлестіру заңымен 21 тәжірибеден тұратын іріктемелер үшін Крамер фон-Мизес критерий мәндерін үйлестіру

Нейрон сумматорының бапталған шығыс кванттаушысы келесі түрде сипатталады:

$$\begin{cases} z(\omega^2) \leftarrow "0" & \text{егер } \omega^2 \leq 0,087; \\ z(\omega^2) \leftarrow "1" & \text{егер } \omega^2 > 0,087. \end{cases} \quad (9)$$

Кванттаушының іске қосылу шегінің осындай бапталуы бірінші және екінші түрлі қателер ықтималдықтарының бірдей мәндерін  $P_1=P_2=P_{EE}=0,342$  қамтамасыз етеді.

### Үш статистикалық критерийді бірге қолдану

Жоғарыда сипатталған статистикалық критерийлер сзықты тәуелсіз (корреляция коэффициенттерінің модульдері бірден аз):

$$\begin{cases} \text{corr}(\chi^2, \vartheta^2) \approx +0,559; \\ \text{corr}(\chi^2, \omega^2) \approx -0,708; \\ \text{corr}(\vartheta^2, \omega^2) \approx -0,667. \end{cases} \quad (10)$$

Үш критерийдің шығыс күйлерінің толық сзықты тәуелдігінің (10) болмауы оларды бірге қолдану үшін біркітруге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда үш нейронның шығыс коды «000» қолданатын іріктеме деректерінің қалыптылық гипотезасын үш есе растаудына сәйкес болады. Бұл кодтың инверстік күйі «111» шағын іріктеме деректері үйлесуінің біртекті заңы гипотезасын үш есе растауга сәйкес болады.

Биометрия-код нейрожелілік түрлендіргіштерді қолдану тәжірибесімен ұқсастық бойынша екі гипотезаның біреуін қабылдау туралы шешімді үш нейрон желісінің шығыс кодындағы «0» немесе «1» күйлер көптігі бойынша қабылдаймыз. Бұл жағдайда әр төрт «қалыпты үйлестіру» код күйіне өзінің қателер ықтималдығы сәйкес келеді, бұл деректер кесте 1 жиналған.

#### 1-кесте. «Қалыпты үйлестіру» код күйі үшін қателер пайда болу ықтималдығы

Код	«000»	«001»	«010»	«100»
$P_i$	0,0404	0,0423	0,0441	0,0621

1-кесте кодтарын кейбір деректер «қалыптылығының» кешенді белгісі ретінде қабылдау 0,0404-тен 0,0621-ге дейін ықтималдықпен пайда болатын қателерге алып келе алады. Бір бірден қолдануға қарағанда үш статистикалық критерийді бірге қолдану кезінде қате шешімдерді қабылдау ықтималдығы шамамен 7 есеге төмендейтін көрінеді.

#### Статистикалық критерийлерді нейрожелілік жалпылау тобының қолемдерін үлкейту кезінде баға нақтылығының жоғарлау әсері

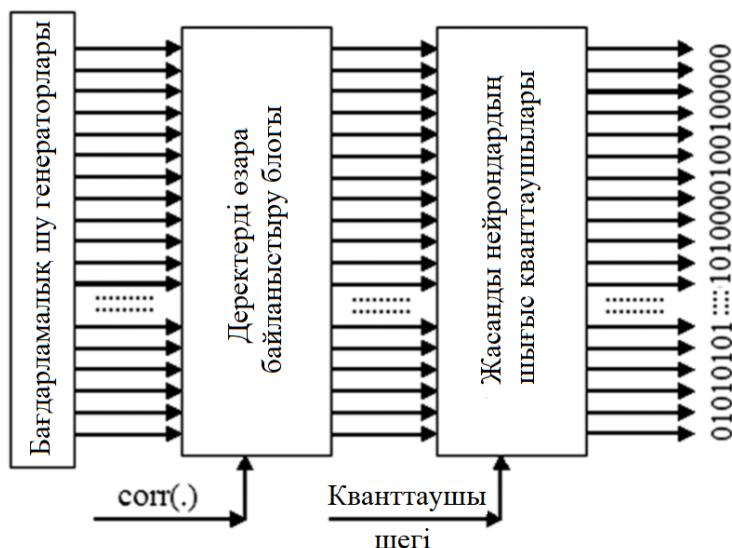
Қазіргі уақытта ондаған статистикалық критерий құрылған және қолданылады [4, 10, 11]. Шамамен олардың әрқайсысына эквивалентті жасанды нейрон құрылу мүмкін. Осыған қоса, соңғы уақытта жаңа, бұрын белгісіз статистикалық критерийлерді құру жұмыстары белсендіріледі [13-17]. Бұл бағыттағы соңғы жетістіктер құрылған ондаған статистикалық критерийлерге жақын жылдарда ондаған жаңа критерийлерді қосуға болатынына үміттенуге болатынын көрсетеді. Яғни бірнеше жылдан соң біз жүздеген әртүрлі статистикалық критерийлерден және оларның нейрон-аналогтарынан тұратын пакетті алуымызға болады.

Сұрақ туындаиды: 100 және одан көп статистикалық критерийлерді нейрожелілік жалпылау кезінде қателер пайда болу ықтималдығын қай деңгейге дейін төмендетуге болады? Бұл сұраққа нейрожелілік биометрия деректерін өндеудің жиналған технологиялық тәжірибесіне сүйеніп жауап беруге болады.

Болжамдар үшін нейрондық желілерді симметризация технологиясын қолдануға болады [18, 19]. Оны жүзеге асыру үшін алдында қарастырылған үш нейронның қателер пайда болу ықтималдықтарын орташалаймыз  $(0,292+0,303+0,342)/3=0,312$ . Ары қарай үш нейронның шығыс күйлері арасындағы корреляция коэффициенттер модульдерін орташалаймыз (10):  $E(|\text{corr}(.)|) = 0,645$ . Барлық 100 жалпыланатын критерийде корреляция коэффициенттерінің симметриялық матрицасы бар және оның диагоналда тұрмаган элементтерінің мәндері 0,645 екенінен негіздейміз.

Тағы бір женілдегу нейрондар сумматорларының шығыс күйлерін нормализациялау, бұл 1, 2, 3 суреттерде көрсетілген деректерге қайшы келеді, бірақ осы сәтке тек осы женілдегу үшін ғана симметризацияны қолданудың он тәжірибесі бар.

Барлық келтірілгендерді қабылдап, біз сурет 4 келтірілген сандық эксперименттің блок-сұлбасына көшеміз. Сандық эксперимент үшін бастапқы деректерді қалыпты үйлестіруі бар 100 бағдарламалық псевдокездейсөк сандар генераторларынан аламыз.



**4-сурет.** Толық симметриялық жасанды нейрондық желлілерді модельдеу есебін шешудің блок-схемасы

100 бағдарламалық генератор тәуелсіз деректерді генерациялайтындықтан, оларды бір бірімен байланыстыру және бірдей корреляцияланған жасау керек. Бұл функцияны сурет 4 сол жақтан екінші блок орындайды, ол тәуелсіз кездессоқ сандар векторын симметриялық байланыстыратын матрицағы көбейтеді:

$$\begin{bmatrix} 1 & a & \dots & a \\ a & 1 & \dots & a \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a & a & \dots & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_{100} \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Түрлендірудің байланыстыратын матрицасының симметриялық (11) болғандықтан, шығыс деректер бірдей корреляцияланған болады. Бірдей корреляциаланған коэффициенттерінің берілген мәндерін  $\text{corr}(y_i, y_{i+1}) = 0,645$  алу үшін тек бір реттеу параметрінің -  $a$  мәнін іріктеу қажет.

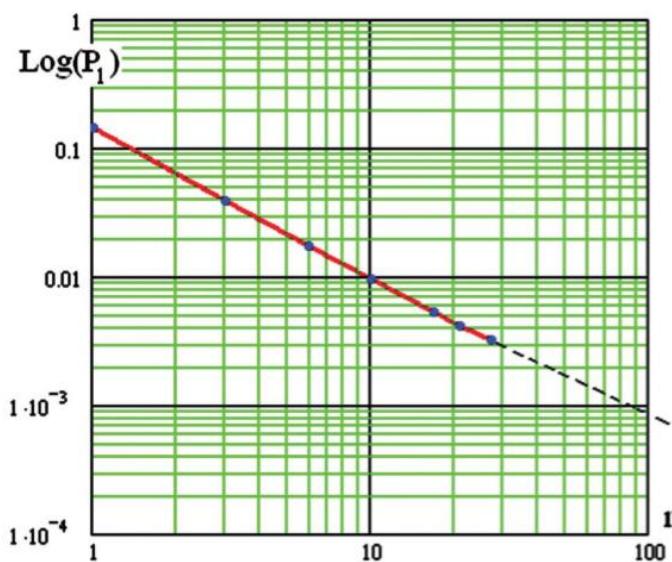
Байланыстарды және деректерді симметризация процедурасы болжамның және нақты деректердің дәл сәйкестігін бере алмайтынын атап кету керек. Егер біз нейрондарды эмуляциялау блогының кванттау шегін қате ықтималдығы 0,312 болатында орнатсақ, онда шығыс үштіктері жалпы қатені 0,138 деп береді. Бұл нәтиже кесте 1 нақты деректерінен шамамен 3 есе нашар.

Нәтижелерді бакыланатын деректерге алып келу үшін әр нейронның тең қате ықтималдықтарын 0,312-ден 0,141-ге дейін төмендетуге тұра келеді. Бұл жағдайда үш нейроннан тұратын топтың бірге жұмыс істеудің қателер ықтималдығы 0,0404 құрады.

Әдеттегі деректерден бірдей корреляцияланған деректерге өту келесі себеппен пайдалы: жеке жағдайға логарифмдік координаттарда қателер ықтималдығы және нейрондар саны сурет 5 көрсетілген сыйықты тәуелдікпен байланысты.

Сыйық 1, 3, 6, 10, 16, 21, 27 нейрондардан тұратын 7 топ бойынша жасалған. Сандық экспериментті орындау кезінде 10 000 000 жүзеге асырудан іріктеме қолданылды, кәдімгі есептеу машинада есептеу уақыты шамамен 9 минутты құрайды. Сол есептеу машинаны қолданып 100 нейроннан тұратын топ үшін сандық экспериментті жүргізу қын екенін айта кету керек, себебі бірнеше ай күті қажет болады. Уақытты экстраполяция жолымен қысқартуға болалы (сурет 5 пунктірлі сыйық).

Соңғы нәтижеде 10 критерийді нейрорежілік жалпылау үшін қателер ықтималдығының болжамды мәні  $P_I=0,01$  құрау керек, ал 100 критерийді жалпылау кезінде қате ықтималдықтары 0,0009 дейін төмендеу керек. Қателер ықтималдығының осындағай айтартылғанда төмендеуі жана статистикалық критерийлерді синтездеу бойынша жұмыстарды ұйымдастыру үшін жақсы ынта [13-17].



**5-сурет.** Корреляция коэффициенттері 0,645 бірнеше статистикалық критерийлерді бірге қолдану себебінен бірінші түрлі қателер ықтималдықтарын төмендету сыйығы

### Қорытынды

1900 жылы хи-квадратты құрған Пирсон шын мәнінде статистикалық өңдеуде революцияны бастады. Пирсон салған даму жолы құнарлы болып шықты және соңғы 119 жылда оның ізбасарлары көптеген әртүрлі статистикалық критерийлерді құрды.

Нейрондық желілер XX ғасырдан бастап белсенді зерттеле бастады, тек XXI ғасырдың басындаға бұл өңдеу технологиясы өндірістік қолдануға дейін жеткізілді және стандартталды [3].

Берілген мақаланың негізгі пайымдауы екі әртүрлі сияқты математика бұтағын біріктіру мүмкіндігі. Біріктіру үшін Ресейде стандартталған биометриялық деректерді нейрожелелік өңдеу технологияларын қолдану жеткілікті, оларды бір немесе одан көп классикалық статистикалық критерийлерге қолданып. Қарастырылған үш статистикалық критерийлер үшін бұл әдіс қателер ықтималдығын 7 еседен көпке төмендетуді береді. Бұл жағдайда қолданыстағы статистикалық критерийлер номенклатурасын кеңейту қажеттілігі туралы тезис ақиқат болады. Нейрондармен жалпыланатын статистикалық критерийлер тобының көлемі үлкейген сайын, қортынды нәтиже жақсару керек.

Бұл контексте жаңа статистикалық критерийлерді синтездеуге әдіс өзгереді. Порсоннан кейін математиктер алдынғы критерийлерге қарағанда қуаты жоғары жаңа критерийді табуга талпынды. Зерттелген, қуаты төмендеу, көптеген критерийлер жарияланған жоқ. Статистикалық критерийлер көптігін нейрожелелік біріктіру кезінде әрқайсының қуаты негізгі рөлді ойнамайды. Ең маңыздысы критерийлер тобымен қосылатын критерийдің корреляциялық байланыстары. Біздің жағдайда біріктірелетін екі критерийдің қуаты шамамен бірдей, бірақ бұл топта ерекше Шапиро-Уилк критерийі бар, оның негізгі критерийлер хи-квадратпен және Крамера фон-Мизеспен төмен корреляциялығы бар.

Нәтиже ретінде статистикалық критерийлердің мүмкінді әртүрлігін, олардың қуатынан басқа ең қажетті статистикалық критерийлермен бірге топта корреляция коэффициенттері мәндеріне назар аударып, зерттеу бойынша жұмыстарды қайталау қажет. Гипотезаларды бөлудін төмен қуаты бар жаңа статистикалық критерийлер бұрын бракталған және жарияланбаған, қазір жағдай өзгерді. Жаңа критерий бұрын зерттелген статистикалық критерийлерді қалай толықтыратыны әлде қайда маңызды. Жақын уақытта белгілі және болашағы бар статистикалық критерийлердің туысқандық (корреляцияланғандық) деңгейі кестесін құру қажет болады. Топтарға біріктіру және оларға нейрожелелік жалпылауды құру үшін сыйықты тәуелсіз (аз корреляцияланған) статистикалық критерийлер тиімдірек.

### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Похабов Ю.П. Проблемы надежности и пути их решения при создании уникальных высокоответственных систем [Текст] / Ю.П. Похабов // Надежность. – Том 19. – №1. – С. 10-17.

[2] Похабов Ю.П. Обеспечение надежности уникальных высокоответственных систем [Текст] / Ю.П. Похабов // Надежность. – Том 17. – №3. – С. 17-23.

- [3] ГОСТ Р 52633.5-2011. Защита информации. Техника защиты информации. Автоматическое обучение нейросетевых преобразователей биометрия-код доступа [Текст]. – Введ. 2012-04-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – IV, 15 с.
- [4] Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и научных работников [Текст] / А.И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 г. – 816 с.
- [5] Язов О.К. и др. Нейросетевая защита персональных биометрических данных [Текст] / Ю.К. Язов, В.И. Волчихин, А.И. Иванов, В.А. Фунтиков, И.Г. Назаров / Под. ред. Ю.К. Язова . – М.: Радиотехника, 2012 г. – 157 с.
- [6] Сухорученков Б.И. Анализ малой выборки. Прикладные статистические методы [Текст] / Б.И. Сухорученков. – М.: Вузовская книга, 2010. – 384 с.
- [7] Дерффель К. Статистика в аналитической химии [Текст] / К. Дерффель. – М.: Мир, 1994. – 258 с.
- [8] Даев Ж.А., Нурушев Е.Т. Применение статистических критериев для улучшения эффективности методов оценки рисков . // Надежность. – Том 18. – № 2. – С. 42-45.
- [9] Ахметов Б.Б., Иванов А.И. Оценка качества малой выборки биометрических данных с использованием более экономичной формы хи-квадрат критерия. // Надежность. – Том 16. – № 2(57). – С. 43-48.
- [10] Р 50.1.037-2002. Рекомендации по стандартизации. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть 1. Критерии типа  $\chi^2$  [Текст]. – М.: Госстандарт России, 2001. – 140с.
- [11] Р 50.1.037-2002. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть 2. Непараметрические критерии [Текст]. – М.: Госстандарт России, 2002. – 123с.
- [12] Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин. – М.: «Вильямс», 2006. – 1104с.
- [13] Серикова Н.И. Оценка правдоподобия гипотезы о нормальном распределении по критерию Джини для числа степеней свободы, кратному числу опытов [Текст] / Н.И. Серикова, А.И. Иванов, Ю.И. Серикова. // Вопросы радиоэлектроники. – 2015. – №1(1). – С. 85-94.
- [14] Перфилов К.А. Критерий среднего геометрического, используемый для проверки достоверности статистических гипотез распределения биометрических данных [Текст] / К.А. Перфилов / Труды научно-технической конференции кластера пензенских предприятий, обеспечивающих безопасность информационных технологий. – Пенза, 2014. – Том. 9. – С. 92-93.
- [15] Иванов А.И. Оценка соотношения мощности семейства статистических критериев «среднего геометрического» на малых выборках биометрических данных [Текст] / А.И. Иванов, К.А. Перфилов / XI Всероссийская научно-практическая конференция «Современные охранные технологии и средства обеспечения комплексной безопасности объектов». Пенза-Заречный. – 2016. – С. 223-229
- [16] Иванов А.И. Многомерный статистический анализ качества биометрических данных на предельно малых выборках с использованием критериев среднего геометрического, вычисленного для анализируемых функций вероятности [Текст] / А.И. Иванов, К.А. Перфилов, Е.А. Малыгина // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2016. – № 2(16). – С. 64-72
- [17] Иванов А.И. Оценка качества малых выборок биометрических данных с использованием дифференциального варианта статистического критерия среднего геометрического [Текст] / А.И. Иванов, К.А. Перфилов, Е.А. Малыгина // Вестник СИБГАУ. – 2016. – №4(17). – С. 564-871.
- [18] Малыгин А.Ю. Быстрые алгоритмы тестирования нейросетевых механизмов биометрико-криптографической защиты информации [Текст] / А.Ю. Малыгин, В.И. Волчихин, А.И. Иванов, В.А. Фунтиков. – Пенза, Издательство Пензенского государственного университета, 2006. – 161 с.
- [19] Ахметов Б.С. Алгоритмы тестирования биометрико-нейросетевых механизмов защиты информации [Текст] / Б.С. Ахметов, В.И. Волчихин, А.И. Иванов, А.Ю. Малыгин. – Алматы, КазНТУ им. К. Сатпаева, 2013. – 152 с.

Иванов А.И., Куприянов Е.Н., Туреев С.В., Ахметов Б.Б., Алимсейтова Ж.К., Мукапил К.

#### Нейросетевое обобщение классических статистических критериев для обработки малых выборок биометрических данных

**Резюме.** Целью работы является повышение мощности статистических критериев за счет их совместного применения для снижения требований к объему тестовой выборки. **Методы.** Классические статистические критерии: хи-квадрат, Крамера фон-Мизеса и Шапиро-Уилка предложено объединять через использование эквивалентных им искусственных нейронов. Каждый нейрон выполняет сравнение входных характеристик с заранее вычисленным порогом и имеет два выходных состояния. Это позволяет получать три разряда бинарного выходного кода сети из трех искусственных нейронов. **Результаты.** Показано, что каждый из этих критериев на малых выборках биометрических данных дает большие значения ошибок первого и второго рода при проверки гипотезы нормальности. Нейросетевое объединение трех рассматриваемых критериев позволяет существенно снизить вероятности ошибок первого и второго рода. Приведены результаты парных нейросетевых обобщений, а также нейросетевого обобщения тройки рассматриваемых статистических критериев. **Выводы.** Дается прогноз ожидаемых вероятностей ошибок первого и второго рода для нейросетевых обобщений 10 и 30 классических статистических критериев для малых выборок, содержащих 21 опыт. Важным элементом технологии прогнозирования является симметризация задачи, когда вероятности ошибок первого и второго рода делаются

одинаковыми и усредняются. Усредняются также модули коэффициентов парной корреляции выходных состояний сумматоров искусственных нейронов. Только в этом случае связь числа обобщаемых критериев с ожидаемыми вероятностями ошибок первого и второго рода становится линейной в логарифмических координатах.

**Ключевые слова:** статистические критерии: хи-квадрат, Крамера фон-Мизеса, Шапиро-Уилка; искусственные нейронные сети, малые выборки, проверка гипотезы нормального закона распределения данных.

УДК 681.2.08

**A. T. Nurgozhina, Ch. A. Alimbayev, Zh. N. Alimbayeva, N. A. Bayanbay K. A. Ozhikenov**  
(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. adelya.tolegenkyzy@gmail.com)

## NEURAL NETWORK METHOD FOR PROCESSING AND ANALYZING CARDIO SIGNAL

**Abstract.** Registration of electrocardiographic signals (ECG) and their cardiovascular diseases is one of the most important and most common problems of modern society. Currently, in Kazakhstan, cardiovascular diseases are common among heart-related deaths, which cover one in three deaths. Most of them suffer from myocardial infarction, sudden heart and heart failure, 90% - from heart rhythm disorders. According to research, some heart attacks show that they can occur suddenly. If these symptoms can be determined in advance and diagnosed, then it is possible to prevent a heart attack or start treatment. Therefore, the problem of correct diagnosis of the heart condition shows that it is necessary to improve effective and new methods of obtaining information. In this regard, we are studying methods for diagnosing cardiac myocardium using neurosign analysis of cardiac signal segments. We study the method of artificial neural network analysis in the MATLAB environment. The peculiarity of this type of research is that flowcharts can be included without problems, the results can be seen through a table or drawings. Very suitable for the further disclosure of the study.

**Key words:** electrocardiogram, neural network, myocardial infarction, cardiosignal.

**A. T. Нұргожина, Ч. А. Алимбаев, Ж. Н. Алимбаева, Н. А. Баянбай, К. А. Ожікенов**  
(Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан. adelya.tolegenkyzy@gmail.com)

## КАРДИОСИГНАЛДАРДЫ ӨНДЕУДІҚ ЖӘНЕ ТАЛДАУДЫҢ НЕЙРОЖЕЛІЛІК ӘДІСІ

**Аннотация.** Электрокардиография сигналдарын тіркеу (ЭКГ) және олардың жүрек-қантамыр аурулары бүтінгі қоғамдағы ең маңызды, белгілі отырған мәселелердің бірі. Қазірде Қазақстанда жүрек-қантамыр аурулары жүрекпен байланысты өлім-жітім арасында көп тарағаны, олар әрбір үш өлімнің бірін қамтиды. Олардың көшілілігі: миокард инфарктінен, кейінгісі кенеттен жүрек өлімі және жүрек жеткіліксіздігінен, 90 % жүрек ыргағының бұзылуынан зардал шегін отыр. Зерттеулерге сүйенсек кейір жүрек талмасы кенеттен пайда болуы мүмкін екендігін көрсетеді. Егер бұл белгілерді ертерек анықтап, диагноз қоюға болатын болса, инфаркттың алдын алуға немесе емдеуді бастауға уақыт болады. Демек, жүрек жағдайын дұрыс диагностикалау мәселесі, ақпаратты алуудың тиімді, әрі жаңа әдістерін жетілдіру керектілігін көрсетеді. Осы орайда кардиосигнал сегменттерін нейрожелілік талдау әдісі арқылы жүрек миокардың диагностикалау тәсілін зерттейміз. Жасанды нейрожелілік талдау әдісін MATLAB ортасында зерттейміз. Бұл зерттеу түрінін ерекшелігі, блок схемаларды еш қындықсыз қосуға болады, нәтижелерді кесте немесе сызбалар арқылы көре аламыз. Әрі қарай ашып зерттеуге ете қолайлы.

**Кілтік сөздер:** электрокардиограмма, нейрондық желі, миокард инфарктісі, кардиосигнал

### 1.1. Электрокардиограмманың нейрондық желісін талдау саласындағы қазіргі жағдай

Қазіргі уақытта әртүрлі статистикалық, математикалық және кардиографиялық ақпаратты өндеуге арналаған компьютерлік құралдар, диагноз қою үшін электрокардиограмма әдістері мен құралдарының дәлдігін жақсарту, ол зерттеудің осы бағытындағы өзекті мәселе болып табылады. Кардиографтың нейрондық желіні талдау ақпараты белсенді дамып келеді және әлемнің әр түкпіренен зерттеушілердің қызықтуышылығын тудыруды. Алайда, жасанды нейрондық желінің дәлдігі миокард инфарктісінің диагнозында 85% -90% құрайды. Миокард инфарктісі қазіргі заманғы медициналық көмектің талаптарына сәйкес келмейді, яғни анықталу дәлдігі төмен. Жүрек жағдайы диагнозының сенімділігін арттыру мәселесі жаңа диагностикалық ақпаратты алу әдістерін жетілдіру қажеттілігінен туындайды.

Жұмыстың мақсаты - атриальді фибрилляцияны диагностикалау үшін нейрондық желіні талдау, модельдеу және визуализациялау негізінде кардиографиялық ақпаратты өңдеу әдістерінің дұрыстығын арттыру. Сипатталған жоба, жүректің жай-күйін диагностикалау үшін, жүрек-тамыр жүйесі сигналдарын жазатын, қүшайтетін және кейіннен тіркейтін құрылғыны жасау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Статистикаға сүйенсек: дәрігер пациенттердің 88%-ында миокард инфарктісін дұрыс диагноздайды және 29% жағдайда бұл диагноз кате қойылады. Диагностика сапасын жаксарту үшін деректерді өңдеудің әртүрлі әдістерін колдану керек.

Нейрожелі синтезінің міндеті нейрокомпьютерлік ғылымның жеке бағыты болып табылады. Нейрожелінің "кіріс-шығыс" кез-келген құрделі түрлендіруді орындаі алады. Пайдалану барсында нейрожеліні талдау үшін электрокардиосигналдың мынандай міндеттері туындаиды: нейрожелінің классын таңдау; нейрожелінің құрылымын таңдау; және таңдау алгоритмін оку.

Кез-келген нейрожелі білім берудің тәуелсіз жүйесі ретінде қолданылады, және практикалық қолдану кезінде, әдетте, басқару жүйесінің немесе шешім қабылдау модулінің құрамдас бөлігі ретінде әрекет етеді. Желі орындастырылған функцияларды бірнеше негізгі топтарға бөлуге болады:

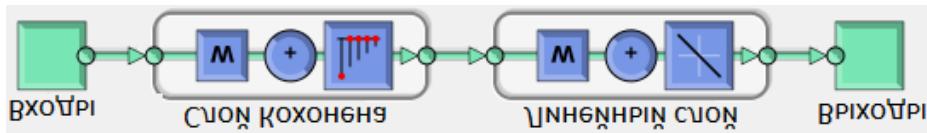
- жұықтау және интерполяция;
- ұлғіні тану және жіктеу;
- деректерді сығындау;
- болжау;
- сәйкестендіру;
- менеджмент;
- біріктіру.

Биоэлектрлік сигналдарды интегралдық бағалау үшін өзін-өзі ұйымдастыру элементтері бар нейрожеліні пайдалану белгілі тәсіл болып табылады. Осы мақсаттар үшін класикалық көп қабатты сигмойдты нейрожеліні қолдану орынсыз болып табылады, өйткені олар нейрожелінің үлкен өлшемдерін нашар оқиды.

Нейрожелі арқылы миокард инфарктісін электрокардиосигналда (ЭКС) диагностикалаудың белгілі әдістері бар. 12 стандартты бұрылыштарда тіркелген электрокардиосигналдың ақпараттық параметрлері (интервалдар мен сегменттердің ұзындығы, тістердің амплитудасы) біз үшін кіріс деректері болып табылады. Глазго университетінің (Ұлыбритания) зерттеушілері 360 данадан тұратын деректер массивінде нейрожелінің (олардың алдыңғы қабыргасын диагностикалау үшін 167 нейрожелі және олардың төменгі қабыргасы үшін 139 нейрожелі) едәуір санын үрретті. Бір уақытта жеке жауап сериясын алу үшін класикалық әдіс қолданылды. Нейрожелілік және класикалық әдісті салыстыру көптеген жағдайларда нейрожелілік тестінің сезімталдығы мен ерекшелігі класикалық тәсілге қарағанда жогары екенін көрсетті.

## 1.2. LVQ нейрондық желісінің құрылымы және оны оқыту алгоритмдері

Кохоненнің класикалық нейрожелісін мұғалімсіз оқиды және оқыту деректер жиынтығынан векторларды кластеризациялауға, орташаңдыруға және жинақтауға арналған, алайда бакыланатын оқытуды (мұғаліммен) білдіретін міндетті жіктеу оның көмегімен шешу мүмкін емес. Осы мәселені шешу үшін Т.Кохонен Learning Vector Quantization (LVQ) ұсынды, Кохоненнің өзін-өзі ұйымдастыратын қабаты негізінде. LVQ негізіндегі нирожелі құрылымы суретте келтірлген.



1-сурет. LVQ нейрондық желі құрылымы

LVQ нейрондық желісінің шығу мәні келесі формула бойынша анықталады:

$$Y = F_{lin} \left( F_{compet} \left( F_{dist} (x, W) \right) \right)$$

Мұндағы,  $x$  – кіріс (талдау) векторы;

$W$  – оқытылған нейрожелі LVQ салмағы;

$F_{dist}$  –  $x$  векторы мен  $W$  матрицасының векторлары арасындағы қашықтықты есептеу функциясы;

$F_{compet}$  – женімпаз-нейронды анықтайтын жарыс функциясы;

$F_{lin}$  – шығыс сызықты функциясы, женімпаз нейронды тиісті шығысымен байланыстырады.

LVQ нейрожелінің ерекшелігі оның оқыту барысында өздігінен топтастырылатын қабаттың кластерлері кластарга топтастырылады. Бұл ретте қандай да бір нейрон қандай класқа жатқызылуы тиіс екені белгілі, соңықтан оқыту алгоритмінің міндеті нейрондардың салмағын басқа кластардың оқыту векторлары жағына өзгертуге кедегі келтіреді. Сонымен қатар, басқа класс векторына жақын қалған нейронның салмағы азаяды.

Т. Кохонен LVQ нейрожеліні оқудың бірнеше алгоритмдерін ұсынды: LVQ1, OLVQ1, LVQ2.1, LVQ3. Барлық аталған алгоритмдер шамамен бірдей оқыту сапасына экеледі, бірақ әр түрлі алгоритмдерді қолдану кезінде оқыту жылдамдығы айтартықтай өзгеше болуы мүмкін.

LVQ оқытудың белгілі алгоритмдерінің жетіспеуі ретінде бәсекелес қабат таразысының бастапқы мәнін инициализациялаудың қындығын атап өткен жөн. Бұл жағдайда барлық кіріс векторлары нейрондардың бір шағын тобына (нашар жағдайда – бір нейронға) ең жақын болған жағдайда НС салмағы сәтсіз инициализация кезінде болуы мүмкін. Осыған байланысты қалған нейрондар білім алмайды, бұл өз кезегінде оқыту жиынын кластерлерге бөлу мүмкін еместігіне экелуі мүмкін ("өлі" нейрондар проблемасы, соның нәтижесінде НС оқыту сапасы қанағаттанғысыз болады).

### 1.3. LVQ көмегімен нейрондық желіні талдау

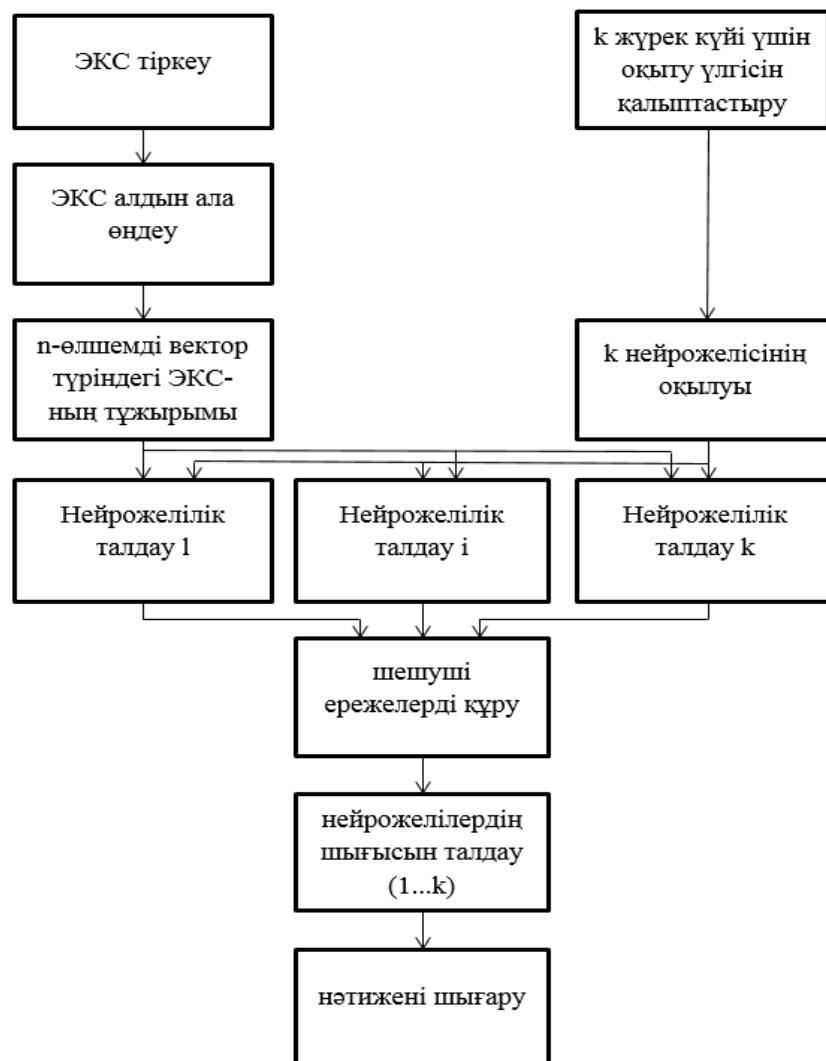
Жүректің жай-күйіне нейрондық талдау жасау кезінде, атап айтқанда, үздіксіз электрокардиограмма жазылып, алдын-ала өндөліп, бір кардиоциклдің дискретті оқылымы бар вектор түрінде ұсынылған, жүректің бір жағдайын сипаттайтын  $m$  - сілтемелік ақпараттық векторлар жасалынған, тіркелген, векторы талданған, көптеген фондық векторлары бар электрокардиограмма түрінде болады. Сәйкесінше, жүректің күйіне нейрондық желілік талдау жүргізеді, мұндағы  $k$  – миокарды инфарктісінің белгілі бір локализациясы. Жүректің  $k$  жағдайларының біріне қатысты нәтижені тұжырымдап, шешуші ережелерді ескере отырып, нейрожелілік талдау нәтижесіне негізделген қорытынды жасалынды.

Шешуші ережелерді құру жүректің күйлерін к топикалық диагностикасының тұра және рецептор белгілерінің негізінде жүзеге асырылады. Тіркелген электрокардиосигнал векторының нейрожелілік талдауын орындау үшін әрбір бұрылыстағы  $k$  жүрек күйлерінің әрқайсысын талдау үшін LVQ типті нейрондық желілердің  $K^*L$  ( $L$  – бұрылу саны) құрылышын жүзеге асырады. Жүректің  $k$  күйлерінің біріне жататын нәтижені шығару белгілердің ең көп саны анықталған жүректің  $k$  күйін таңдау негізінде жүзеге асырылады.

Осы тәсілде диагностикалау үшін нейрожелілік талдаудың сезімталдығы мен ерекшелігі тиісінше 87% және 83% құрайтынын көрсетеді.

Белгілі тәсілдің кемшілігі-жүректің  $k$  күйін таңдау принципі. Әрбір жағдайға 12 элементтен тұратын шешуші ереже сәйкес келеді (әрбір белікке 1-ден), осылайша элементтердің ең болмағанда біреуі өзгерген кезде (нейрожелінің қатесі), нейрондық желілер шығысының шешуші ережемен алшактығы 8% - дан астамды құрайды, бұндай үлкен көрсеткіш бүкіл жүйенің қателігіне экелуі мүмкін. Жүректің  $k$ -ші күйін таңдау туралы шешімді нейрондық желілер мен шешуші ережелердің қайсыбірі бірдей сәйкес келмеген жағдайда, нейрондық желілердің алынған шығыстарына негұрлым жақын шешуші ережелер сәйкес келетін, бірнеше, арасында жиі кездесетін локализацияның пайдасына шешім қабылдайды.

Айта кету керек, нейрожелілік талдау қателігі кіріс векторы ретінде тұтас кардиоциклдің бейнесі берілетіндіктен алып тасталмайды. Бірақ бұл ретте емделушінің электрокардиосигналында миокард инфарктісінің белгілері байқалмайды, бұл нейрожелілік талдау кезеңінде қателесуге қабілетті. Бұдан басқа, оқыту іріктеуін жасау 12 бұрымдылықтың әрқайсысы бойынша жүректің  $k$ -жай-күйінің әрқайсысына сәйкес келетін анықтамалық ЭКС-ақпараттың үлкен санының болу қажеттілігімен жеткілікті дәрежеде күрделенген.



**2-сурет.** Нейрожелілік LVQ қолданумен ЭКС нейрожелілік талдау тәсілінің алгоритмі

#### 1.4. Электрокардиосигналды нейрожелілік талдау саласында шешім қабылдауды қолдаудың қазіргі жүйесінің салыстырмалы сипаттамалары

Электрокардиосигналды нейрожелілік талдау саласында шешім қабылдауды қолдаудың заманауи жүйелеріне жүргізілген талдау (ЭКС нейрожелілік талдау) оларды іске асыру ерекшеліктерін анықтады, бұл диссертациялық зерттеу тұрғысынан сипаттамаларды топтастыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, зерттеулер сүйене отырып, электрокардиосигналды нейрожелілік талдау саласында шешім қабылдауды қолдаудың қазіргі жүйесінің салыстырмалы сипаттамаларының кестесін жасадық.

**1-кесте. Электрокардиосигналды нейрожелілік талдау саласында шешім қабылдауды қолдаудың қазіргі жүйесінің салыстырмалы сипаттамалары:**

ЭКС нейрожелілік талдау	Нейрожелі түрі	Сезімталдық	Ерекшелігі	МИ терендік анализі	МИ локализациясы
Глазго Университетінің нейрожелілік талдауы				-	-
Кардиоцикл сегменттерін нейрожелілік талдау	Көп қабатты персепtron	85%	До 97%	-	-
МИ диагностикалауга арналған ЭКС нейрожелілік талдау	<i>LVQ</i>	87%	83%	-	+

Кестені талдау электрокардиосигналды нейрожелілік талдау саласында шешім қабылдауды қолдаудың қазіргі заманғы жүйелері миокард инфарктісінің трансмуралдығын анықтауды қамтамасыз етпейтінін көрсетеді.

### Қорытынды

Жасанды нейрондық желілерге негізделген сигналдарды өндөу әдістері қазіргі уақытта клиникалық тәжірибеде кеңінен қолданылады. Бұл әдістер ЭКГ нысандарын жіктеудің басқа белгілі әдістерінен айырмашылығы өте тез дамып келеді және сонымен қатар ең жақсы нәтижелерді көрсетеді.

Бұл жұмыстың мақсаты жасанды нейрондық желілерді қолдана отырып, ЭКГ формаларын автоматтый түрде жіктеу алгоритмін құру болды. Алгоритмді орындау үшін Matlab бағдарламалу ортасы қолданылды. Біріншіден, ЭКГ сигналдарын алдын-ала өндөу, сонымен қатар алдын-ала жасалған нейрондық желілерді қолдана отырып LVQ комплекстерінің формаларын тікелей жіктеу жүргізді. Осы жұмыстың нәтижесінде ЭКГ формаларын жіктеудің дәлдігі 82% болатын ұзақ мерзімді қысқа мерзімді жад моделі негізінде жіктеу мүмкіндігі туралы дәлелдемелер алынды. Бұл көрсеткіш басқа медициналық құрылғылармен салыстырғанда төмен нәтижені көрсетеді, бірақ әр түрлі қалаусыз шулар, артефактлерді қамтитын сұзгіштік электрокардиограммаларды қолданбағандықтан, алгоритм дәлдігі төмен. Болашақта жоба жоғары класификациялық дәлдікке қол жеткізу үшін анықталған үлкен сигнал мәліметтерін жинауға бағытталған.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Автоматизированная система управления лечебно-диагностическим процессом: материалы Российского научного форума МедКомТех 2004 / В.М. Тавровский [и др.]. – М., 2004.
- [2] Анализ сигнал-усредненной ЭКГ (по данным вейвлет-преобразования) у здоровых и больных ИБС / С.А. Бойцов [и др.]. – URL: <http://incart.spb.ru/vestnic/n23/boytcov.htm>.
- [3] Адаптация структуры нейронной сети LVQ для анализа электрокардиосигнала / О.Н. Бодин, Д.С. Логинов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2008. – № 5–6. – С. 88–92.
- [4] Волчихин В.И., Бодин О.Н., Логинов Д.С. Особенности обучения нейронной сети LVQ для анализа электрокардиосигнала / // Информационно-измерительная техника : межвуз. сб. науч. тр. / под ред. проф. Е.А. Ломтева. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2011. – С. 123–135.
- [5] Вычислительная система Matlab. – URL: <http://www.mathworks.com/>. Дата обращения: 15.01.2011.

Нургожина А. Т., Алимбаев Ч. А., Алимбаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожикенов К. А.

### Нейросетевой метод обработки и анализа кардиосигналов

**Резюме.** Регистрация электрокардиографических сигналов (ЭКГ) и их сердечно-сосудистые заболевания являются одной из самых важных и наиболее распространенных проблем современного общества. В настоящее время в Казахстане сердечно-сосудистые заболевания распространены среди смертности, связанных с сердцем, которые охватывают одну из трех летальных исходов. Большинство из них страдают от инфаркта миокарда, внезапной сердечной недостаточности, 90% - от нарушений сердечного ритма. Согласно исследованиям, некоторые сердечные приступы показывают, что может возникнуть внезапно. Если эти симптомы можно заранее определить и поставить диагноз, то время можно предотвратить инфаркт или начать лечение. Следовательно, проблема правильной диагностики состояния сердца показывает, что необходимо совершенствовать эффективные и новые методы получения информации. В этой связи мы изучаем методы диагностики сердечного миокарда с помощью нейросигнального анализа сегментов кардиосигнала. Метод искусственного нейросетевого анализа изучаем в среде MATLAB. Особенность этого вида исследования заключается в том, что блок-схемы могут включать без проблем, результаты можно увидеть через таблицу или чертежи. Очень подходит для дальнейшего раскрытия исследования.

**Ключевые слова:** электрокардиограмма, нейронная сеть, инфаркт миокарда, кардиосигнал.

<sup>1</sup>K.N. Taissariyeva, <sup>2</sup>G.F. Sagitova, <sup>2</sup>D.R.Tashmuratova, <sup>2</sup>Zh.K. Shuhanova,

(<sup>1</sup>Satbayev University, Almaty. Republic of Kazakhstan,

<sup>2</sup>M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan,  
E-mail: g.ture@mail.ru)

### RESEARCH OF INFLUENCE OF RUBBER CRUMB ON OIL ROAD BITUMEN PROPERTIES

**Annotation.** The article presents the results of a study of the effect of fine rubber crumbs on the properties of petroleum road bitumen. The parameters of the optimal mode of combining bitumen and rubber crumb are set. The influence of rubber crumb on the properties of BND 70/100 bitumen (Gazpromneft Bitumen Kazakhstan) was studied. It is shown that with an increase in the

content of rubber crumbs, there is a decrease in penetration at 25 and 0°C, a slight decrease in extensibility and an increase in the softening temperature. In this case, the elasticity of the binders increases sharply compared to the original bitumen. Based on the results obtained, the optimal properties have a composition containing 6.5% of the rubber crumb, which can be recommended as a binder for the preparation of asphalt concrete.

In our work, the influence of rubber crumb on the properties of bitumen was studied. For research, we used a rubber crumb produced at the factory "Eco-Tire". Using as a modifier of bitumen rubber crumb obtained from the waste of old tires, allows you to solve the environmental problem of clogging the environment with waste rubber products.

**Keywords:** bitumen, rubber crumb, optimal content, modification, physical and mechanical properties, processing, elastomer

## Introduction

In the last decade, in industrialized countries, the urgent task is to re-engage in industrial production of waste, as well as the product itself after the expiration of its service life.

The main waste of the motor transport complex is worn-out car tires. The problem of recycling rubber by recycling worn rubber products is extremely relevant. The annual volume of formation of worn tires in Kazakhstan is about 100 thousand tons, in Russia about 1 million tons, in Europe-about 2 million tons, and in the United States-2.8 million tons, in Japan-1.0 million tons. In Almaty and Almaty region - about 20 thousand tons. Of these, 70 percent are passenger cars and 30 percent are trucks. At the same time, used tires are practically not subject to natural decomposition, they can become a habitat and breeding ground for rodents and insects, and when burning tires, dangerous substances get into the air. The only way to dispose of worn tires is recycling [1-3].

Experimental sections of roads and airfields with rubber crumb were built in various countries and regions. At first, they showed quite high characteristics, but then, with the gradual swelling of the rubber crumb, the coatings were decompressed and destroyed. Unconnected rubber crumb was painted from the coatings and almost unchanged carried by the wind, polluting the surrounding area.

Due to the annual increase in the number of vehicles, passenger and cargo traffic, the load on the asphalt pavement is constantly increasing. This leads to more rapid destruction of the road. There is a problem of improving the reliability of road surfaces, which is associated with the need to improve the quality of asphalt concrete in road surfaces [4-6].

Currently, there are the following technologies for recycling tires:

1. Use of tires in the manufacture of pipes and sound-proofing coatings along highways to protect slopes from erosion.
2. Burning tires to produce energy, pyrolysis at low temperatures to produce a light distillate, a solid fuel similar in properties to charcoal.
3. Processing of tires into rubber crumb and powder for the manufacture of construction materials.
4. Preparation of regenerate for the production of rubber mixtures and rubber-bitumen compositions.

## Main part

The most promising direction is the processing of tires into rubber crumb in order to use it as a bitumen modifier. At the same time, taking into account the most important environmental and economic aspects, the most important problem of improving the basic properties of bitumen is also solved.

The simplest way to dispose of rubbers in bitumens is to directly introduce a rubber crumb (RC) into it, but the commercially produced materials obtained in this way, such as Isol And Brizol, proved to be short-lived. This is due to the fact that the vulcanized rubber crumb could not realize its polymer properties in bitumen, creating only centers of elasticity and not forming a single polymer grid. Asphalt concrete obtained using these binders is fragile, since the rubber crumb was painted from it due to the low adhesion of the binder to mineral fillers [7-9].

These disadvantages can be eliminated by devulcanization of rubber, i.e. the destruction of vulcanization bridges-cross-links, most often sulfur, less often resin or peroxide. When regenerating rubber, the main task is to completely destroy the cross-links while preserving the main rubber chains as much as possible, which will allow obtaining a nanoscale bitumen modifier.

Rubber crumb is a product obtained in the process of mechanical grinding of rubber of various dispersities and various forms (fractions), which are characterized primarily by the fact that they retain the molecular structure and elastomeric properties of the original rubber, and the particle surface can be activated to give special properties to the rubber crumb (granulate), either by partial de-vulcanization of the surface layer of particles, or by modifying the surface of the particles of chemical or physico-chemical treatment [10].

In our work, we studied the effect of rubber crumb on the properties of BND 70/100 bitumen (Gazpromneft Bitumen Kazakhstan). For research, we used a rubber crumb produced at the "Eco-Tire" factory in Shymkent.

The results of studies of rubber crumb are shown in table.1.

Table 1. Grain composition of rubber crumb

Sizes, mm	Private residues, g	Private residues, g	Full residues, %	Passed through a sieve%,
2,5	0	0	0	100,00
1,25	0,13	0,13	0,13	99,87
0,63	6,65	6,65	6,78	93,22
0,315	66,60	66,6	73,38	26,42
0,16	22,15	22,15	95,53	4,47
0,071	3,10	3,10	98,63	1,37
Bottom	1,37	1,37	100,00	
Amount	100,00	100,00		

True density - 0.78 g / cm<sup>3</sup>; ρ

Bulk Density - 0.48 g / cm<sup>3</sup>

The effect of crumb rubber on the properties of bitumen is given in table. 2.

Table 2. Properties of polymer-bitumen binders

Compositions	Temperature softer on «KiSh», ° C	Stretching bridge, cm		Stretching bridge, cm		Penetration, ° P	
		at 25°C	at 0°C	at 25°C	at 0°C	at 25°C	at 0°C
Bitumen	48.40	66.25	4.75	14.5	15.8	114.5	43.0
Bitumen +2.5% rubber crumb	49.66	20.31	3.96	36.56	37.6	75.6	43.6
Bitumen + 4.5% rubber crumb	51.91	11.76	3.76	43.28	34.6	57.1	36.6
Bitumen +6.5% rubber crumb	52.56	7.81	3.41	28.31	31.6	53.6	39.6
Bitumen + 8.5% rubber crumb	53.51	6.91	2.71	32.46	358	60.1	30.1
Bitumen +10.5% rubber crumb	55.21	5.26	3.01	52.36	36.8	47.6	32.1

### Summary

As can be seen from the table, with an increase in the content of rubber crumbs, there is a decrease in penetration at 25 and 0°C, a slight decrease in extensibility and an increase in the softening temperature. In this case, the elasticity of the binders increases sharply compared to the original bitumen. Based on the results obtained, the optimal properties have a composition containing 6.5% of the rubber crumb, which can be recommended as a binder for the preparation of asphalt concrete.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Юнусова Г.Б. Анализ цикла обращения отходов автомобильных шин / Г.Б.Юнусова // Вестник ИГУ. – 2013. - № 35. – С.48-53
- [2] Лунева Г.И. Старые шины – и опасный, и полезный вид отходов / Г.И.Лунева// Рециклинг отходов. – 2008. - №1(13), - С.2-10
- [3] Худякова Т.С. Резиновая крошка в деле. Влияние комплексного модификатора КМА на физико-механические свойства дорожного битума/ Т.С.Худякова, Н.В.Шаповалова, Л.В.Колеров, С.М.Попов //Автомобильные дороги. – 2010. - №7 – С.56-61.
- [4] Смирнов, А. В., Андреева Е. В., Кузин Н. В. Гашения колебаний и резонанс в дорожных конструкциях. // Наука и техника в дорожной отрасли, № 3 – 2006, с. 39–41.

- [5] Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 219–225.
- [6] Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2015. № 1 (41). — с. 47–54.
- [7] Александрова, Н. П., Чусов В. В. Особенности расчета асфальтобетонных покрытий по сопротивлению сдвигу с учетом накапливания повреждений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2016. № 3 (49). — с. 42–50.
- [8] Руденский А.В. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожных битумов и асфальтобетонов / А.В. Руденский, А.С. Хромов, В.А. Марьев // Дороги России XXI века. – 2004. – №5. – С. 62-71.
- [9] Сагитова Г.Ф., Туребекова Г.З., Лубчик С.Б., Халбаев М.Б., Арипбаева А.Е. Advantages of asphalt concrete coatings with rubber crumb//«Industrial Technology and Engineering», №1, 2020
- [10] Алипбекова Ж.К., Хамидов Б.Н., Сырманова К.К., Байжанова Ш.Б. Особенности получения резиновой крошки на «Эко-Шина», используемой для модификации дорожного битума //Материалы международной научно-технической конференции «Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов», Ташкент, 2009, с.81-84

Тайсариева К.Н., Сагитова Г.Ф., Ташмуратова Д.Р., Шуханова Ж.К.

**Мұнай жол битумының қасиеттеріне резенке үгіндісінің әсерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Мақалада ұсақ дисперсті резенке үгіндінің мұнай жол битумының қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Битум мен резенке үгіндінің біріктірудің оңтайлы режимінің параметрлері орнатылған. Резенке үгіндінің БНД 70/100 (Газпроммұнай Битум Қазақстан) маркалы битум қасиеттеріне әсері зерттелді. Резенке үгіндісі құрамының ұлғаюымен 25 және 0°C кезінде пенетрацияның төмендеуі, созылудың шамалы азауы және жұмсарту температурасының артуы байқалады. Бұл ретте тұтқырлардың икемділігі бастапқы битуммен салыстырғанда құрт артады. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, асфальт бетонды дайындау үшін тұтқыр ретінде ұсынуға болатын 6,5% резенке үгіндісі бар құрамы оңтайлы қасиеттерге ие.

Біздің жұмысымызда резенке үгіндінің битум қасиеттеріне әсері зерттелді. Зерттеу үшін "Эко-шина" зауытында шығарылған резенке үгіндісі қолданылды. Есқі автопокрышка қалдықтарынан алынатын резенке үгіндісін битум модификаторы ретінде пайдалану резенке-техникалық бұйымдардың қалдықтарымен коршаған ортаны ластаудың экологиялық проблемасын шешуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** битум, резенке үгіндісі, оңтайлы құрамы, модификация, физика-механикалық қасиеттері, өндідеу, эластомер

Тайсариева К.Н., Сагитова Г.Ф., Ташмуратова Д.Р., Шуханова Ж.К.

**Исследование влияния резиновой крошки на свойства нефтяного дорожного битума**

**Резюме.** В статье представлены результаты исследования влияния мелкодисперсной резиновой крошки на свойства нефтяного дорожного битума. Установлены параметры оптимального режима совмещения битума и резиновой крошки. Исследовалось влияние резиновой крошки на свойства битума марки БНД 70/100 (ГазПромНефть Битум Казахстан). Показано, с увеличением содержания резиновой крошки происходит снижение пенетрации при 25 и 0°C, незначительное уменьшение растяжимости и увеличение температуры размягчения. При этом эластичность вязущих резко увеличивается по сравнению с исходным битумом. Исходя из полученных результатов, оптимальными свойствами обладает состав, содержащий 6,5% резиновой крошки, который можно рекомендовать в качестве вязущего для приготовления асфальтобетона.

В нашей работе исследовалось влияние резиновой крошки на свойства битума. Для исследований использовалась резиновая крошка, производимая на заводе «Эко-шина». Использование в качестве модификатора битума резиновой крошки, получаемой из отходов старых автопокрышек, позволяет решить экологическую проблему засорения окружающей среды отходами резинотехнических изделий.

**Ключевые слова:** битум, резиновая крошка, оптимальное содержание, модификация, физико-механические свойства, переработка, эластомер.

<sup>1</sup>A.Yerlanuly, <sup>1</sup>N. Sultanova, <sup>2</sup>K. Kozhakhmet

(<sup>1</sup>Suleyman Demirel University, Kaskelen, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Astana IT University, Nur-Sultan, Kazakhstan. nazerke.sultanova@sdu.edu.kz)

## METHODS FOR SUMMARIZATION OF THE KAZAKH TEXT

**Abstract.** The aim of the paper is to consider methods for arguably efficient, cost-effective summarization of texts written in Kazakh Language. This research has a valuable impact on the solution of problems that are indirectly related to evaluation of extracted summaries. The research also considers possible ways of abstracting summarized content to make it possible to use the results as a feed to neural network models. Kazakh Language's sentence construction is observed and precisely described the key points that are unique.

Scientific research was carried out within the framework of the grant project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (2018-2020).

**Keywords:** text summarization, natural language processing, deep learning.

### Introduction

Text summarization is a common problem in Deep learning, Natural Language Processing and the related stuff. Generally it refers to methods, techniques of shortening long texts. The purpose here is to brief, coherent summary that contains main points, the gist outlined in the text. Usually, machine learning models are trained to understand texts by feeding samples all over the net. The useful information is distilled and the required summarized text comes in the output. Today, our world is built and consists of pure, unformatted data. The results from the International Data Corporation (IDC) mentions that the total amount of digital data transmitted all over the servers and clients ranges, approximately, from 4.4 zettabytes in 2013 to hit 180 zettabytes in 2025. When it comes to natural language processing, the creation of automatic summarization methods is considered as a very important task. This would allow any student, teacher, or person employed on any other professional field to quickly understand a really huge amount of information at once. Extraction and concatenation of important sentences from the primary text becomes really difficult when we face the uniqueness of every language the text is written in. And Kazakh language is not an exception. The language itself contains a lot of uncommon issues like the “every verb in a sentence written in kazakh is placed at the end”. That makes difficulties that should be handled very accurately and with significant attention.

The methods that will be used during the research are: extraction and abstraction. The extraction method selects sentences and phrases that have high marks of importance, and combines them into a new short text, without changing the meaning of selected units. When it comes to abstraction, the things are pretty different: the main content ( text's gist ) is extracted from the source text and paraphrased using linguistic methods that are specific to kazakh language for semantic analysis and text interpretation. In order to use mentioned two methods, the sentences should be preprocessed by applying morphological analysis and pronoun resolution techniques. Then, we selectively pick the features to later extract important sentences from the text. All of this collectively gives us properly organized and managed data to be used when we perform text summarization methods.

### Literature Review

Text summarization techniques have been considered as an objective of many different researches and have a lot of valueable literature to walk through before proceeding to the rest paragraphs. One can get thorough review of works on the subject at the recent surveys [1].

The research briefly reviews several different text summarization approaches. In order to invest in accuracy we should selectively take text units that have highest scores as a resultant summary. Hidden markov models [2], conceptual graphs [3], swarm intelligence [4] are arguably efficient proposals that can solve the issue.

Kazakh Language's specific rules and considerations have been discussed through some research works [5, 6]. Different summarization algorithms such as “TextRank algorithm”, were used in a recent work of researchers [7]. They collected sample data (cyrillic russian and kazakh texts) from the web: mostly online news websites used. The method we use to delete unnecessary noisy indents, punctuation marks and other characters is described in the following researches: [8 , 9].

In order to break texts and sentences to a different valuable units that are easier to tokenize we used similar way to a segmantation described at [11].

Pronouns in the sentences located usually at the beginning are removed from the text at the initial stages of summarazation. But in fact, they sometimes carry certain significance as they indicate to a subject

performing a particular action in a sentence. Therefore some of them were replaced by the concrete names they point to. Other “stop words” that doesnot carry any signifant value and special meaning are removed from the text. “Stop words” deletion also made along with stemming, which is common technique in text preprocessing study.

There are a lot of other researches that are not directly related but is useful in certain aspects of cyrillic text recognition and analyzing. One of these is [12]. The research uses recurrent neural networks to identify kazakh and russian languages which makes it interesting to learn and walk through.

As it comes to specific Kazakh Language letters, the following researches have done a huge work on factoring out the differences: [5, 6, 10]. They mostly consider the spoken language, involving phonetic transcription of the letters. The methods described there are used in speech recognition projects and robotic IoT control systems.

### Methods

There are two methods for summarizing text: extraction-based summarization and abstraction based summarization.

#### *I. Extraction-based summarization*

The extractive summarization is a technique involving pulling the keyphrases or sentences from a text and combining them to create a summary. The extraction is made according to the defined metric without making any changes to the texts. Different types of algorithms could be used to arrange the sentences or keypharases from most important to the lowest. The final step is to rank the sentences or keyphrases according to their relevance and combine them to generate a summary.

#### *II. Abstraction-based summarization*

The goal of abstractive text summarization is to shorten long text documents into a human readable form that contains the most important facts from the source document. The abstractive summarization algorithms create new keyphrases and sentences that relay the most useful information from the original text. Therefore, abstraction performs better than extraction. When abstraction is applied for text summarization in deep learning problems, it can overcome the grammar inconsistencies of the extractive method. However, the level of actual abstraction as measured by novel phrases that do not appear in the source document remains low in existing approaches. Therefore, since the abstraction-based models are more difficult to develop, extractive models are still popular.

### Conclusion

The amount of researches on computational linguistics is rapidly increasing. The reasons are the importance and demand of collecting of a summary content of a large flow of information. A key point and effectively constructed summary is always easier for public perception. A Sample data, taken mostly from news articles, is effectively extracted and summarized using the methods described in the research. The extractive summarization method in addition with morphological analysis and “stop words” removal and resolution techniques are considered in this work along with the description of abstractive summarization.

### REFERENCES

- [1] Allahyari, M., Pouriyeh, S., Assefi, M., Safaei, S., Trippe, E. D., Gutierrez, J. B., & Kochut, K. (2017). Text summarization techniques: a brief survey. arXiv preprint arXiv:1707.02268.
- [2] Conroy, J. M. & O’leary, D. P. (2001). Text summarization via hidden markov models. Proceedings of the 24th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, ACM, pp. 406–407.
- [3] Miranda-Jiménez, S., Gelbukh, A., & Sidorov, G. (2014). Conceptual graphs as framework for summarizing short texts. International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications (IJCSSA), Vol. 2, No. 2, pp. 55–75.
- [4] Binwahlan, M. S., Salim, N., & Suanmali, L. (2009). Integrating of the diversity and swarm based methods for text summarization. The 5<sup>th</sup> postgraduate annual research seminar (PARS), pp. 17–19.
- [5] Karabalayeva, M., Yessenbayev, Z., & Kozhirbayev, Z. (2017). Regarding the impact of kazakh phonetic transcription on the performance of automatic speech recognition systems. the 5<sup>th</sup> International Conference on Turkic Languages Processing, pp. 113–129.
- [6] Kozhirbayev, Z., Erol, B. A., Sharipbay, A., & Jamshidi, M. (2018). Speaker recognition for robotic control via an iot device. 2018 World Automation Congress (WAC), IEEE, pp. 1–5.
- [7] Mussina, A., Aubakirov, S., Ahmed-Zaki, D., & Trigo, P. (2019). Automatic document summarization based on statistical information. Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science, Vol. 96, No. 4, pp. 76–87.

- [8] Kozhirkayev, Z., Yessenbayev, Z., & Aibek, M. (2018). Document and word-level language identification for noisy user generated text. IEEE 12<sup>th</sup> International Conference Application of Information and Communication Technologies, IEEE, Almaty, Kazakhstan.
- [9] Myrzakhmetov, B., Yessenbayev, Z., & Aibek, M. (2018). Initial normalization of user generated content: Case study in a multilingual setting. IEEE 12th International Conference Application of Information and Communication Technologies, IEEE, Almaty, Kazakhstan
- [10] Kozhirkayev, Z., Karabalayeva, M., & Yessenbayev, Z. (2016). Spoken term detection for kazakh language. the 4-th International Conference on Computer Processing of Turkic Languages, pp. 47–52.
- [11] Assylbekov, Z., Myrzakhmetov, B., & Makazhanov, A. (2016). Experiments with Russian to Kazakh sentence alignment. the 4-th International Conference on Computer Processing of Turkic Languages.
- [12] Kozhirkayev, Z., Yessenbayev, Z., & Karabalayeva, M. (2017). Kazakh and russian languages identification using long short-term memory recurrent neural networks. 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies, IEEE, pp. 342–247

Ерланұлы А., Сұлтанова Н., Қожахмет Қ.

**Қазақ мәтінін жалпылау әдістері**

**Түйіндеме.** Жұмыстың мақсаты - қазақ тілінде жазылған мәтіндерді тиімді және экономикалық жалпылау әдістерін қарастыру. Бұл зерттеу алынған мәліметтерді бағалауға жанама байланысты мәселелерді шешуге әсер етеді. Зерттеу нәтижелерін нейрондық желінің модельдері үшін арна ретінде пайдалануға мүмкіндік беру үшін жалпыланған мазмұнды абстракциялаудың мүмкін болатын жолдары қарастырылады. Қазақ тіліндегі сөйлемдердің дизайны ерекше және маңызды белгілермен құрметтеледі және нақты сипатталады.

Ғылыми зерттеулер Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің гранттық жобасы аясында (2018-2020 жж.) Жүзеге асырылды.

**Түйінді сөздер:** мәтінді жалпылау, табиғи тілді өндіреу, тереңдетіп оқыту.

Ерланұлы А., Султанова Н., Қожахмет Қ.

**Методы обобщения казахского текста**

**Резюме.** Целью работы является рассмотрение методов эффективного и экономичного обобщения текстов, написанных на казахском языке. Это исследование оказывает влияние на решение проблем, которые косвенно связаны с оценкой извлеченных данных. В исследовании также рассматриваются возможные способы абстрагирования обобщенного контента, чтобы сделать возможным использование результатов в качестве канала для моделей нейронных сетей. Конструкция предложения казахского языка соблюдается и точно описывается ключевыми моментами, которые являются уникальными.

Научные исследования проводились в рамках грантового проекта Министерства образования и науки Республики Казахстан (2018-2020 годы).

**Ключевые слова:** обобщение текста, обработка естественного языка, глубокое обучение.

УДК: 628.1.033

A.Seitkazinova<sup>1</sup>, A. Doskhozhaev<sup>1</sup>, O.Matzhanov<sup>1</sup>, Y. Skolubovich <sup>2</sup>, E. Voitov <sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan, <sup>2</sup>Novosibirsk state University of architecture and civil engineering, Novosibirsk, Russia,)

## DETERMINING THE RISK OF WATER AND ATMOSPHERIC POLLUTION

**Abstract.** To study the method of calculating the risk of air and water pollution, to be able to choose calculation formulas depending on the national economic purpose of the territory, to master the classification of pollutants by the degree of impact on the human body, etc.

**Keywords:** Atmospheric pollution, water pollution, pollutants, danger of pollution, ash, dust, dichloroethane exposure of pollutants to the human body, maximum permissible concentration, air quality, butylene.

А.Е. Сейтказинова<sup>1</sup>, А.С. Досхожаев<sup>2</sup>, О.Қ. Матжанов<sup>2</sup>,  
Ю.Л. Сколубович, Е.Л. Войтов<sup>2</sup>

## СУДЫҢ ЖӘНЕ АТМОСФЕРАНЫҢ ЛАСТАНУ ҚАУПІН АНЫҚТАУ

**Андратпа.** Атмосфераның және судың ластану қауіптілігін есептеу әдісін оқып үйрену, аумақтың халық шаруашылық мақсатына байланысты есептік формуулаларды таңдай білу, адам ағзасына әсер ету дәрежесі бойынша ластаушы заттардың жіктелуін меңгеру және т. б.

**Түйін сөздер:** Атмосфераның ластануы, судың ластануы, ластаушы заттар, ластану қаупі, күл, шаң, дихлорэтан, ластаушы заттардың адам ағзасына әсері, шекті жол берілетін концентрациялар, ауаның сапасы, бутилен.

Кіріспе. Адам қызметінің нәтижесінде қатты, сұйық, газ тәрізді және бу тәрізді жағдайларда атмосфераға түсетін заттар ауа үшін ластаушы заттар болып табылады. Бұл ретте осы заттардың кейбірі абиотикалық және биотикалық процестердің нәтижесінде атмосферада болуы мүмкін. Жекелеген өсімдіктер көмірсугектерді, ал бактериялар – құрамында күкірт бар қосылыстарды бөліп алады. Шаң, күйік вулкандардың, шанды дауылдардың атқылауы кезінде атмосфераға түсі мүмкін. Осылайша, белгілі бір аумақта ластаушы заттардың табиғи концентрациясы болуы мүмкін. Өсімдіктер мен организмдер олар үшін әдеттегі концентрацияларда осындай қосылыстардың қатысуымен дамығандықтан, олардың жұмыс істеуіндегі ауытқуларды анықтау сирек болады. Рұқсат етілген деңгейдегі заттар концентрациясының есіү өсімдіктер мен организмдерде олардың құрылымы мен жұмыс істеу сипаттына әсер ететін ішкі немесе сыртқы ауытқуларды тудырады. Бұл ретте әсер бастапқы келеген өсімдіктерде немесе организмдерде молекулалық деңгейде табылуы мүмкін және тек уақыт өте келе экологиялық жүйеге тұтастай әсер етеді. Ластаушы заттардың әрқайсысы әртүрлі өсімдіктер мен организмдерге әсеретеді. Қылқан жапырақтар (әсіресе қарағай) көптеген ластаушы заттардың әсеріне өте сезімтал. Қыналар мен мүкттер де сезімтал. Олардың кәсіпорынға іргелес аумақта болуы немесе болмауы атмосфералық ауаның тазалығының өлшемдерінің бірі бола алады. Жапырақты өсімдіктерде бірінші болып жасушалар закымданады. Закымдану ауданы ұлғайған кезде бірте-бірте бозғылт-жасыл, сары және тіпті қоңыр участеклер пайда болады, олар кейіннен жыртылып кебеді. Күл, өрік, ғұлдер (гладиолус) және басқа да өсімдіктер ауаның ластануына өте сезімтал келеді. Әрине, атмосферадағы ластаушы заттар адамның денсаулығына зиянды әсер етеді. Мұндай заттардың кейбірі адам ағзасында қайтымсыз өзгерістер тудыруы мүмкін, демікпе, селикоз, жүрек-қантамыр жүйесі аурулары және т.б. аурулардың көзі болып табылады.

**Әдістеме.** Экологиялық жүйенің ластануға сезімталдығын немесе тұрақтылығына көптеген факторлар әсер етеді, бірақ ластаушы заттардың концентрациясы анықталады. Зертханалық жұмыс оқушыға бір тұтас экологиялық жүйенің элементтерінің бірі ретінде ауаның ластану қаупін анықтау туралы түсінік алуға мүмкіндік береді. Көптеген елдерде ауа бассейнінің сапасының критерийі елді мекендердің атмосфералық ауасы үшін ластаушы заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы (ПДК) болып табылады, ол 1 м<sup>3</sup> ауадағы зат мөлшері мен анықталады, бұл оны үнемі демалып жатқан адамдардың денсаулығына көрі әсерін тигізбейді. Бұл концентрацияны гигиенистер эксперименталды жануарлардың эксперименттік зерттеулері және белгілі концентрациясы бар ластаушы заттардың әсерінен адамдардың денсаулық жағдайын бақылау негізінде анықтайды. Елді мекендердің атмосфералық ауасындағы ПДК мүмкіндігінше бір немесе күнделікті болуы мүмкін. Бірінші жағдайда, концентрацияның орташа өлшеу уақыты 20 минутка тең болады. Бұл концентрация ауаның ластану қаупін анықтау кезінде алынады.

$$i = \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1, \quad (1)$$

мұнда сі – өлшенген немесе есептелген, атмосфераның беткі қабатындағы (жер бетінен 2 м-ге дейінгі кеңістік) ластаушы заттардың физикалық концентрациясы, мг / м<sup>3</sup>; ПДК<sub>i</sub> ластаушы заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы, мг / м<sup>3</sup>. Егер  $i \geq 1$  болса, онда ластану қаупі бар. Кейбір ластаушы заттар үшін шекті рұқсат етілген концентрация пайдалы қазбалар кен орындарын игеруге тән заттар.

• Технические науки

1-кесте. Елді мекендер атмосферасындағы ластаушы заттар үшін ПДК, мг/м3

Вещества (зат)	Максимум бір реттік	Орташа - күндік
1	2	3
Азот диоксиді	0,085	0,085
Азот қышқылы:		
$\text{HNO}_3$ молекула арқылы	0,4	0,4
Сутегі ионымен	0,006	0,006
Аммиак	0,2	0,2
Бензол	1,5	0,8
Бензин (мұнай, аз құқіртті есептегендеге С)	5	1,5
Тақтатасбензині (С түрінде)	0,05	0,05
Бутан	200	-
1	2	3
Бутилен	3	3
Ванадия пентаоксиді	-	0,002
Дихлорэтан	3	1
Марганец және оның қосылыстары( $\text{MnO}_2$ түргысынан)	-	0,01
Мышьяк (Бейорганикалық қосылыстар, мышьяк сутегіден басқа, As түргысынан)	-	0,003
Пыль нетоксичная (улы емес шаш)	0,5	0,15
Ртуть (сынап) металл	-	0,0003
Сажа (Күйе)	0,15	0,05
Корғасын және оның қосылыстары ( $\text{Pb}$ құрамындағы тетраэтил корғасынан басқа)	-	0,0007
Корғасын сульфиді	-	0,0017
Құқірт диоксиді	0,5	0,05
Құқірт сутегі	0,008	0,008
Құқірт көміртегі	0,03	0,005
Көміртегі оксиді	3	1

Адам ағзасына әсерету дәрежесі бойынша ластаушы заттар 4 классқа бөлінеді: 1 – өте қауіпті (жұмыс аймағының ауасындағы зиянды заттардың ПДК 0,1 мг / м3-ден аз); 2 – өте қауіпті (бірдей, 0,1-1,0 мг / м3); 3 – орташа қауіпті (бірдей - 1 - 10 мг / м3) және 4 – төмен қауіпшілік (10 мг / м3-ден астам). Бір уақытта атмосферада бірнеше заттардың жинақталу әсерінен болуы (яғни адам ағзасына әсерін күштейтетін), ластану қаупі өрнектен анықталады.

$$i = \frac{c_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{c_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{c_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1 \quad (2)$$

мұндағы  $c_1, c_2, \dots, c_n$  - заттардың нәкты концентрациясы, мг / м3; ПДК1, ПДК2. . . , ПДКn - осы заттардың шекті рұқсат етілген шекті концентрациясы, мг / м3.

(2) өрнегі ауаның сапасын анықтау үшін қолданылады, егер онда бір уақытта келесі заттардың топтары болса: ацетон және фенол; ацетальдегид және винилацетат; валериан, капронды және май қышқылдары; озон, азот диоксиді және формальдегид; құқірт диоксиді және фенол; құқірт диоксиді және азот диоксиді; құқірт диоксиді және сутегі фторы; құқірт газы мен құқірт аэрозолы, құқіртсугегі мен динил, құқірт газы және құқіртсугегі, құқіртсугегі; изопропилбензол және изопропилбензол гидропероксиді; фурфур, метанол және этанол; циклогексан және бензол; этилен, пропилен, бутилен; сірке қышқылы және сірке ангидриді; ацетон және ацетофенон; бензол және ацетофенон; құқірт және құқірт диоксиді, аммиак, азот оксиді және басқа қосылыстар. Ауруханалар, мотельдер, курорттар, демалыс үйлері, спорттық ғимараттар, балалар үйі, демалу және табигатты корғау объектілері сияқты ерекше қорғалатын табиги аумақтар үшін атмосфералық ауаның сапасы өрнектің көмегімен бағаланады.

$$i = \frac{c_i}{ПДК_i} \leq 0,8,$$

және (1) өрнектегі жинақтау әсерімен 0,8 ауыстырылады.

Қазіргі уақытта ауаны ластайтын 750-ден астам зиянды заттарға ПДК орнатылды және бұл жұмыс жалғасуда. Атмосфераға ПДК белгіленбекен заттарды лақтыруға тыйым салынады.

Ауаның ластану қаупін анықтаңыз. Лабораториялық әдістермен анықталатын және аспаптық әдістермен өлшемген ластаушы заттардың физикалық концентрациясы:

Атауы	Вариант									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
азот диоксиді ( $\text{NO}_2$ )	0,087	0,071	0,091	0,031	0,042	0,056	0,099	0,123	0,013	1,011
Аммиак	0,208	0,218	0,312	0,607	0,201	0,309	0,25	0,19	0,18	0,01
Бензол	0,8	0,9	1,0	0,7	0,5	1,9	1,8	0,3	1,3	2,5
Мұнай бензині	10	12	6	5	4	11	6	6	7	16
Бутан	505	412	300	112	105	250	190	206	245	259
Бутилен	0,1	9	1,0	2,5	3,3	4,0	4,9	10	2,5	1,1
Дихлорэтан	1,1	2,5	10	4,9	4,0	3,3	2,5	1,0	9,0	0,1
Ұлы емес шаш	0,15	0,13	1,3	2,1	9,1	0,3	0,4	0,6	9,0	1,1
Сажа (күйе)	1,1	0,9	0,01	0,09	1,5	0,9	0,4	0,11	0,09	0,07
Күкіртті ангидрид ( $\text{SO}_2$ )	0,05	0,16	0,09	0,07	0,9	1,2	1,3	0,3	1,9	0,9
Күкірт сутегі	0,001	0,009	0,01	0,09	0,009	0,02	0,008	0,009	0,002	0,003
Күкірт көміртегі	0,05	0,06	0,01	0,1	0,2	0,13	0,01	0,02	0,12	0,91
Көміртек оксиді	9	1,2	1	3	2	1,5	0,5	2,5	2,1	4,5

2) Адам ағзасына әсер ету дәрежесі бойынша жоғарыда көрсетілген ластаушы заттар қай класқа жататынын анықтаңыз.

**Әдістері.** Ормандағы өрттер мен жанартаудың атқылауынан ауа табиғи түрде ластанады, алайда ауаның ластануының негізгі себебі – адамның іс-әрекеті, оның ішінде ен қауіптісі – қазбалы отындарды (көмір, мұнай және табиғи газ) жағу. Көмірді жағу – үлкен мәселелердің бірі, себебі ол көмірқышқыл газымен (негізгі парниктік газ) қатар, күкірт диоксидін, азот оксидтерін және қара күйе шығарады. Жергілікті деңгейде автокөліктер, жүк машиналары мен автобустар (әсіресе қалалы жерлерде) көміртегі монооксидін, күкірт диоксидін және қатты бөлшектерді атмосфераға шығару арқылы ауаны көп мөлшерде ластайды. Әуе сапарлары кезінде көміртектің көп мөлшері шығарылады. 2010 жылы Исландиядағы Эйяфьялдлайёкудь жанартауының атқылауы әлемдегі әуе сапарларын бірнеше күнге тоқтатып қойды. Жанартау күл мен газдың көп мөлшерін шығарғанымен, жалпы алғанда атмосфера азырақ ластанды, себебі әуе сапарларының саны азайған болатын. Сәулелік ластану қалалы жерлердегі жасанды жарықтардан туындейді, ол қоршаған жабайы табиғат пен экожүйеге үлкен зиян тигізуі мүмкін.

Жаңбыр сұры табиғи түрде сәл қышқылдау болып келеді. Күкірт диоксиді, азот оксидтері мен көмірқышқыл газы сумен әрекеттесіп, қышқыл (күкірт қышқылы, азот қышқылы және көмір қышқылын) түзеді. Көмір және мұнай электрстанциялары атмосфераға газ берілуі су бөледі, ол қышқылды жаңбыр, қар немесе тұман түрінде Жер бетіне қайта түседі.

Қышқылды жаңбыр орман және көл сияқты экожүйелерге зиян келтіреді. Көлдің сұры шектен тыс қышқылданып, онда балықтар мен өзге де ағзалар тіршілік ете алмай, сонында көлдің тіршілігін “жоюға” дейін алғып келеді. Қышқылды жаңбырлар ағаштардың тамыр жүйелерінің коректік заттарды

сініруіне кедергі болады, нәтижесінде ағаштардың жапырақтары түсіп, тіршілігін жояды. Қышқылды жанбыр (немесе құрғақ ылғал) тас қабаттарын да жояды. Еуропа мен АҚШ-та қышқылды жаңбырдың көлемі азайтылды, алайда қажетті технологияларды сатып алу кейір дамушы елдер үшін мүмкін емес болуда.

Қышқылды жаңбырды азайту үшін АҚШ, Ұлыбритания сияқты елдерде көмір электрстанцияларының мұржаларына шығарылған газдардағы күкірт диоксидінің көп бөлігін жоятын түтін газдарын десульфаттайтын технологиялар немесе “скрубберлер” орнатылған. Күкіртті қауіпсіз жолмен бөліп алуға болады, сол арқылы электрстанцияның жел соғатын жағындағы су буларының қышқылдылығы азаяды.

“Тұмша” сөзі ең алғаш рет түтін мен тұманның қосындысын сипаттау үшін қолданылған болатын, ол қалаларда тұманды құндері ауаны көмір жағу салдарынан ластау арқылы туындаиды. Тұмшаның кең таралған түрі – “фотохимиялық тұмша”, ол транспорт түтіндерінің немесе қазбалы отындардың жағылуынан туындаитын түтіндердің құн сәулесімен қосылуынан пайда болады. Тұмша құншуақты, жылы ауа райына тән және қаланың белгілі бір рельефине байланысты таралады, мысалы ойпатта орналасқан қалаларға тән. Ластауыштар құн сәулесімен әрекеттескенде, ауада химиялық заттардың қауіпті қоспасын түзеді. Фотохимиялық элементтердің бірі – озон. Озон стратосферада түзіледі және зиянды ультракүлгін сәулелерді бұғаттайды, алайда ол жер бетінде жиналып қалса, адам үшін улы болады. Тұмша демікпе, бронхит тәрізді аурулар тудыруы мүмкін.

**Шешімі.** Атмосфералық ауаның саласы осы теңсіздік бойынша есептеледі.

$$i = \frac{c_i}{ПДК_i} \leq 0,8,$$

**Вариант 2**

1. C<sub>1</sub>(NO<sub>2</sub>)=0,071
2. C<sub>2</sub>(Аммиак)=0,208
3. C<sub>3</sub>(Бензол)=0,9
4. C<sub>4</sub>(Мұнай бензині)=12
5. C<sub>5</sub>(Бутан)=412
6. C<sub>6</sub>(Бутилен)=9
7. C<sub>7</sub>(Дихлорэтан)=2,5
8. C<sub>8</sub>(Уытты емес шан)=0,13
9. C<sub>9</sub>(Күйе)=0,9
10. C<sub>10</sub>(SO<sub>2</sub>)=0,16
11. C<sub>11</sub>(Күкірт сутегі) =0,009
12. C<sub>12</sub>(Күкірт көміртегі) =0,06
13. C<sub>13</sub>(Көміртек оксиді) =1,2

$$i = \frac{c_i}{ПДК_i} > 1$$

$$i_1 = \frac{0,208}{0,2} = 1,04 \geq 0,8$$

$$i_2 = \frac{12}{5} = 2,4 \geq 0,8$$

$$i_5 = \frac{412}{200} = 2.06 \geq 0.8$$

$$i_6 = \frac{9}{3} = 3 \geq 0.8$$

$$i_{10} = \frac{0.06}{0.03} = 2 \geq 0.8$$

$$i_{11} = \frac{0.009}{0.008} = 1.125 \geq 0.8$$

$$\sum i = 11.625 = 100\%$$

$i_1=8.95\%$   
 $i_2=20.6\%$   
 $i_5=17.7\%$   
 $i_6=25.8\%$   
 $i_{10}=9.67\%$   
 $i_{11}=17.2\%$

Адам ағзасына әсер етуі бойынша ластаушы заттар 4 классқа бөлінеді.

- 1) Өте қауіпті: Бутилен
- 2) Қауіпті: Аммиак
- 3) Орташа қауіпті: Бутан мен күкірт сутегі
- 4) Қауіптілігі төмен:  $\text{SO}_2$  мен  $\text{NO}_2$



**Пікір.** Ауаның ластануын азайту үшін ауаның ластануын бақылаудың әртүрлі технологиялары мен стратегиялары бар. Жерді пайдалануды жоспарлау ең негізгі деңгейде аудандастыруды және көлік инфрақұрылымын жоспарлауды қамтуы мүмкін. Қоپтеген дамыған елдерде жер пайдалануды жоспарлау әлеуметтік саясаттың маңызды бөлігі болып табылады, ол жерді экономика мен тұтастай халықтың мұддесі үшін тиімді пайдалануды, сондай-ақ қоршаған органды қорғауды қамтамасыз етеді. Ауаның ластануының көп бөлігі көмір және мұнай сияқты қазбалы отындарды жағумен байланысты болғандықтан, отынның азаоны ластануды айтарлықтай төмendetуі мүмкін. Ең тиімдісі - ауаның ластануын тұдырмайтын жел энергиясы, күн энергиясы, гидроэнергетика сияқты таза энергия көздеріне көшу. Ауаның ластануын төмendetудің ете тиімді әдісі - жанартылатын энергия көздеріне көшу. 2015 жылы Energy and Environmental Science журналында жарияланған зерттеуге сәйкес, Америка Құрама Штаттарында 100% қалпына келетін энергия көзіне көшу жылына шамамен 62000 жағдайды және биомассаны қолданбаған жағдайда 2050 жылды шамамен 42000 жағдайды жояды. Бұл шамамен 600 миллиард доллар үнемдеуге мүмкіндік береді. 2050 жылды ауаның ластануының төмendetуіне байланысты АҚШ-тың бір жылдағы денсаулық сақтау шығындарына немесе 2014 жылды АҚШ-тың ішкі жалпы өнімінің 3,6%-ына жуығы. Атмосфераның ластануымен курсу, атап айтқанда көміртегі шығарындыларын азайту мақсатында 1997 жылды көптеген елдер Киото хаттамасына қол қойды.

#### Қорытынды:

Өзендердің ішінде Ертіс су алабы, Өскемен қорғасын –мырыш комбинаты, Ленинагор қорғасын зауыты, Березов кені, Зырян зауыты секілді өндіріс орындарының сарқынды лас суларымен ластануда. Су құрамында қорғасын, мырыш, сынап, тағы басқа ауыр металдар шекті мөлшерден асып кетуі жиі байқалады. Иле-Балқаш бассейні сүйнің сапасы да мәз емес. Мұндағы ластағыш заттар – ауыр металлдар, мұнай өнімдері мен феноллар. Әсіресе, «Балқашмыс» өндірістік бірлестігі, «Балқаш балық өнеркәсібі», «Сарышаған» ракета полигондары, т.б. кен рудаларын балқыту комбинаттары Балқаш көліне мындаған тонна зиянды заттарды аямай төгу үстінде және ластау процесінде. Сырдария, Шу, Талас, Қаратал, Ақсу, Лепсі, Тентек, Кексу өзендерінің сулары біршама таза деп есептелінеді. Соның ішінде Сырдария, Шу, Талас өзендері ауыл шаруашылығын химияландыру мен дренажды сулармен ластануда. Әсіресе, Арыс, Келес өзендері күріш пен мақта егіндісінде жиі қолданылатын пестицидтермен ластанып отыр. Су ресурстарының биологиялық ластануы Арал аймағы мен Батыс Қазақстанда жиірек үшірасуда. Қазақстанның су ресурстарының сапасын жақсарту және қорғау шараларын жүзеге асыру бағытында мемлекет тарарапынан көптеген иғі істер жүргізілуде. Оттегі

тірі организімдер үшін тыныс алуды қамтамасыз ете отырып, топырақ пен судағы бүкіл химиялық реакцияға қатысады. Оттегі жетіспеген жағдайда жануарлар мен адамдар тұншыға бастайды. Оның өндіруші көзі – жасыл өсімдіктер әлемінде жүріп жатқан фотосинтез процесі. Қемірқышқыл газының да аудағы шекті мөлшері көбейсе адамдар мен жануарлардың тыныс алуды нашарлайды. Сондықтан аяқ құрамындағы негізгі екі газдың терең - тендік мөлшері қатаң сақталуы туи. Міне, осы жағдайлардан бүкіл әлемдік атмосфера экологиялық дағдарыска ұшырап отыр. Ауаны ластауға жер шарындағы мемлекеттер өзінің экономикалық даму деңгейіне қарай түрліше үлес қосып келеді. Біздің республикамызда атмосфера ауасына шығарылатын зиянды заттар мен газдар, т.б. бөгде химиялық қосылыстар Казгидромет ғылыми-зерттеу институтының үнемі бақылауында болып отырады.

#### ӘДЕБІЕТТЕР

- [1] Досхожаев А.С., Сейтказинова А.Е., Данишевов Т.Р., **Антоненко В.Н.** Зертханалық жұмыстарды орындау бойынша жалпы геоэкология (5B080500 Су ресурстары және суды пайдалану, 5B075500 гидрогеология және инженерлік геология). Әдістемелік курал. 28-бет. 2020 жыл. Алматы. КАЗНИТУ Сатпаев атындағы техникалық зерттеу университеті (басылымда).
- [2] Досхожаев А.С, Байнатов Ж.М. Защитное покрытие для укрепления откосов. Изобретение. Патент-НЭБ, РФ-Москва; 1993.-6c.
- [3] Досхожаев А.С. Моделирование гидрогеологических условий Голодностепского месторождения подземных вод с помощью моделирования в среде программного комплекса// EAGE Европейская ассоциация геоучёных и инженеров/ Инженерная и рудная геофизика.- Алматы, 2018. -12c.
- [4] Matzhanov.O., Auelhan.E., Doskhozhaev.A., Kudaiberdi.Zh., Kim.D., Kuzevanov.K. Modeling of hydro-geological conditions of the golodnostenpsky underground water field (Kazakhstan) using modeling in the environment of the groundwater modeling system software complex (2018) Engineering and Mining Geophysics 2018 – 14<sup>th</sup> Conference and Exhibition. h-индекс (1). Scopus. Satbayev University, Almaty, Kazakhstan.
- [5] Когановский, А.М. Адсорбция органических веществ из - Л. : Химия, 1990. - 256 с.
- [6] Сколубович, Ю.Л. Подготовка питьевой воды из подземных источников / Ю.Л. Сколубович. - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин). - 2008. - 188 с.
- [7] Е.Ф. Кургаев .с. 941303 СССР, МКИ C 02 F 1/28. Способ очистки природных вод от сероводорода. - Опубл. 07.07.1982; Бюл. № 25.
- [8] Т.А. Губайдуллина Пат. 2275335, РФ, МКИ C02F 1/64. Фильтрующий материал для очистки воды от марганца и железа, способ его получения и способ очистки воды от марганца и железа. - Опубл. 27.04.2006; Бюл. № 12.
- [9] Каталог фильтрующих материалов и ионообменных смол «Пьюролайт». - М. : 2003. - 13 с.
- [10] Бочкарев, Г.Р. Природные катализаторы в процессах водоподготовки. Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. - 2008. - № 10. -С. 52-56.
- [11] Скиттер, Н.А. Природные и модифицированные сорбенты для деманганации и обезжелезивания подземных вод :автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, 2004. - 24 с.
- [12]. Войтов, Е.Л. Подготовка питьевой воды из поверхностных источников с повышенным природным и антропогенным загрязнением - Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. - 216 с.

Сейтказинова А.Е., Досхожаев А.С., Матжанов О.К., Сколубович Ю.Л., Войтов Е.Л.

#### Определение риска загрязнения воды и атмосферы

**Резюме.** Изучение методов расчета опасности загрязнения атмосферы и воды, умение выбирать расчетные формулы в зависимости от хозяйствственно-хозяйственного назначения территории, владеть классификацией загрязняющих веществ по степени воздействия на организм человека и др.

**Ключевые слова:** Атмосферное загрязнение, загрязнение воды, загрязняющие вещества, опасность загрязнения, зола, пыль, дихлорэтан, воздействие загрязняющих веществ на организм человека, предельно допустимая концентрация, качество воздуха, бутилен.

**<sup>1</sup>K.N. Taissariyeva, <sup>2</sup>G.Z. Turebekova, <sup>2</sup>G.F. Sagitova, <sup>3</sup>G.B. Alpamysova, <sup>4</sup>G.I. Issayev**

(<sup>1</sup>Satbayev University, Almaty. Republic of Kazakhstan,

<sup>2</sup>M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Republic of Kazakhstan,

<sup>3</sup>South Kazakhstan state pedagogical University, Shymkent, Republic of Kazakhstan,

<sup>4</sup>International Kazakh-Turkish University named after H. A. Yassau,

Republic of Kazakhstan, Turkestan, E-mail: g.ture@mail.ru)

## APPLICATION OF MODIFIED ZEOLITES IN TECHNICAL RUBBER

To improve the quality and assortment of rubber products (RTI), it is necessary to expand the base of ingredients used, especially mineral fillers. The solution to these problems can be the use of zeolites mined in Kazakhstan, the main advantage of which is its multifunctional effect, i.e. they can replace several components of the rubber compound. Zeolites are aluminosilicates of alkali and alkaline earth metals, usually calcium and sodium, and are a complex mineral. Due to

the composition of the crystal structure similar to kaolin, white soot, chalk, zeolites can be used as a cheap natural and environmentally friendly substitute for mineral compounds in many industries. The paper shows the possibilities of using zeolites modified with gossypol resin in technical rubbers. The research results showed the possibility of using a modified zeolite of the Chankanai field. A significant increase in performance is observed with the introduction of 15-25% of the mass. zeolite into the rubber compound. The replacement of white soot with a modified gossypol resin zeolite leads to an improvement in the strength characteristics of rubber goods.

**Key words:** rubber compound, mineral fillers, zeolite, zeolite modification, white carbon black, rubber products, gossypol resin

<sup>1</sup>К.Н.Тайсариева, <sup>2</sup>Г.З. Туребекова, <sup>2</sup>Г.Ф.Сагитова, <sup>3</sup>Г.Б.Алпамысова, <sup>4</sup>Г.И. Исаев

(<sup>1</sup>Satbayev University, г.Алматы, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,

Шымкент, Республика Казахстан,

<sup>4</sup>Международный Казахско-Турецкий университет им. Х.А.Яссаяи

Республика Казахстан, г. Туркестан, E-mail: g.ture@mail.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗИНАХ

**Аннотация.** Для повышения качества и ассортимента резино-технических изделий (РТИ) необходимо расширение базы применяемых ингредиентов, особенно, минеральных наполнителей. Решением этих задач может стать использование цеолитов, добываемых в Казахстане, главное достоинство которых – его полифункциональное действие, т.е. им можно заменять несколько компонентов резиновой смеси. Цеолиты – алюмосиликаты щелочных и щелочноземельных металлов, обычно кальция и натрия и представляют собой минерал сложного строения. Благодаря составу кристаллической структуры аналогичному каолину, белой саже, мела, цеолиты могут быть использованы в качестве дешевого природного и экологически чистого заменителя минеральных соединений во многих отраслях промышленности. В работе показаны возможности использования модифицированных госсиполовой смолой цеолитов в технических резинах. Результаты исследований показали возможность использования модифицированного цеолита Чанканайского месторождения. Значительное повышение эксплуатационных характеристик наблюдается при введение 15-25% масс. цеолита в резиновую смесь. Замена белой сажи на модифицированный госсиполовой смолой цеолит приводит к улучшению прочностных характеристик РТИ.

**Ключевые слова:** резиновая смесь, минеральные наполнители, цеолит, модификация цеолитов, белая сажа, резино-технические изделия, госсиполовая смола

### Введение

В настоящее время ассортимент РТИ производимых в Казахстане невелик. Дополнительные трудности производства РТИ основаны на сложности регулярных и своевременных поставках импортных компонентов высокого качества. Кроме того, стоимость импортного сырье достаточно велика, что вызывает увеличение себестоимости РТИ, и как следствие снижает конкурентоспособность изделий собственного производства. Решением этих задач может стать использование экологически чистых цеолитов, добываемых в Казахстане. С учетом имеющихся трудностей, главное достоинство цеолита – его полифункциональное действие, т.е. им можно заменять несколько компонентов резиновой смеси. Следует особенно уделить внимание цеолитам Чанканайского месторождения Казахстана.

Цеолит Чанканайского месторождения является алюмосиликатной породой щелочноземельных металлов вулкагенно-осадочного происхождения. Цеолит месторождения на 74% состоит из оксида кремния и обладает высокими пористостью и поверхностной активностью. Чем больше поверхность контакта фаз, тем выше адсорбционная способность цеолита. Поэтому перед добавлением цеолита в резиновую смесь его подготавливают. В первую очередь повышают дисперсность цеолита помолом. После чего просеиванием через сита отделяют зерна цеолита диаметром больше 5 мкм. Далее рекомендуется проводить предварительное прокаливание цеолита, для удаления летучих веществ и увеличения относительной массы оксида кремния. После проведения данных операций цеолит можно добавлять в резиновую смесь [1,2].

Цеолиты обладают пористой поверхностью и активными центрами. Входные окна пор соответствуют размерам молекул углеводородного сырья и других органических молекул. Поэтому цеолиты позволяют выделять из смесей различных компонентов только соответствующие определенным характеристикам. Проникновение частей молекул ингредиентов резиновых смесей в структуру цеолита повышает адгезию с этими ингредиентами. Наличие активных центров на

поверхности приводит к межмолекулярному взаимодействию компонентов резины и цеолита. Резиновая смесь получается более однородной и прочной.

Цеолиты – алюмосиликаты щелочных и щелочноземельных металлов, обычно кальция и натрия, с высокой способностью поглощать и отдавать воду при различных температурах и влажности. Цеолиты обладают регулярной структурой пор, при обычных условиях заполненных водой. Общая химическая формула цеолитов –  $\text{Me}_{2n} \cdot x(\text{SiO}_2) \cdot y(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot z\text{H}_2\text{O}$ . Структура цеолитов представляет кремниево- и алюминиевокислородные тетраэдры, объединенные в единый кристаллический каркас. Тетраэдры объединяются в содалитовые ячейки, из которых состоят элементарные цеолитовые ячейки.

Цеолиты представляют собой минерал сложного строения, химический состав которого варьируется в широких пределах. При этом не существует определенных соотношений содержания кремнезема и щелочей. Для цеолитов характерно постепенное замещение кремния на алюминий. Соотношение изменяется от 1 : 5 для Al : Si до 1 : 1. Другим фактором, учитываемым при классификации цеолитов, является содержание воды в структуре цеолита [3,4].

Каркасно-полостная структура цеолитов, образованная структурой типа  $[(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4]$ , имеет отрицательный заряд. Отрицательный заряд в свою очередь компенсируется положительными катионами Na, K, Mg, Ca. Благодаря составу кристаллической структуры аналогичному каолину, белой саже, мела, цеолиты могут быть использованы в качестве дешевого природного и экологически чистого заменителя минеральных соединений во многих отраслях промышленности. В зависимости от укладки содалитовых ячеек, образуются минералы различного строения.

Катионы в структуре цеолитов слабо локализованы, поэтому легко участвуют в обменных процессах. Это позволяет вводить другие активные центры в структуру цеолитов и изменять размеры «входных окон» в адсорбционные полости. В цеолиты можно вносить не только простые катионы, но и сложные по составу группы. Единственным условием, определяющим возможность введения нового катиона, заключается в сохранении стабильности цеолита. Как правило, цеолиты синтезируют в натриевой форме.

Цеолиты демонстрируют высокую термическую стабильность при температурах до 700-1000°C. При повышении температур до 250°C происходит испарение воды с поверхности цеолита и из пространства его пор. За счет этого снижается масса цеолита. Повышение температуры выше 1000°C приводит к разрушению химических связей, миграцию катионов во внутрь содалитовых ячеек и в итоге к деструкции цеолита [5,6].

Термическую стабильность цеолита можно повысить удалением атомов алюминия из структуры цеолита. Оптимальная степень удаления алюминия из структуры цеолита составляет 25-50%. Цеолиты, полученные таким методом, обладают высокой сопротивляемостью воздействию водяного пара.

Эффективность работы цеолитов снижается при высоких температурах в связи с удаление OH-групп с их поверхности. Наличие OH-групп отвечает за определенные типы кислотности. На поверхности цеолитов имеются кислотные центры двух типов: протонные и апротонные. Первые представляют собой протоны, связанные с каркасными атомами кислорода. В качестве вторых могут выступать катионы или трехкоординированные атомы алюминия, находящиеся в местах с дефицитом кислорода или в местах расположения катионов.

Минеральные наполнители в резиновых смесях применяют для придания РТИ специальных эксплуатационных характеристик, удешевления материала. Цеолит в качестве наполнителя резиновой смеси может быть использован в роли модификатора, как структурирующий агент и как интенсифицирующий агент [7-9].

### Основная часть

Целью анализа цеолитов Чанканайского месторождения является возможность замены белой сажи на цеолиты местного месторождения. Для этого на первом этапе экспериментальной работы следовало привести цеолиты в соответствие с характеристиками белой сажи. Основные свойства цеолита основаны на его пористой структуре, поэтому был проведен анализ удельной поверхности цеолита при заданном размере частиц. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица-1. Удельная поверхность и средний размер частиц

Образец	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Средний размер частиц, мкм
Цеолит	4613	4,8
Модифицированный цеолит	5869	3,8

Для определения оптимального температурного интервала, при котором цеолит обладает наибольшей активностью, цеолиты предварительно нагревались при различных температурах.

Как упоминалось ранее, активность цеолитов зависит, в том числе и от количества активных центров на его поверхности. Для повышения взаимодействия цеолита с каучуком резины была проведена модификация цеолита гессиполовой смолой. В исследования применяли цеолит предварительно нагретый до 100<sup>0</sup>C и 165<sup>0</sup>C и обработанный 0,5% масс. гессиполовой смолой. А также цеолит предварительно нагретый до 100<sup>0</sup>C и 165<sup>0</sup>C и обработанный 2% масс. гессиполовой смолой.

В настоящее время в качестве компонентов резиновых смесей могут быть использованы сотни наименований. Компоненты должны подбираться с учетом стоимости, экологической безопасности, способа приготовления резиновой смеси и условий вулканизации. Для создания наиболее эффективного рецепта резиновой смеси необходимо знать достоинства и недостатки каждого используемого ингредиента, а также их взаимное влияние[10].

Ранние исследования влияния на свойства полученных резин показали увеличение стойкости к агрессивным средам, увеличение сопротивления деформациям и повышение когезионной прочности. Также выявлена зависимость подвижности цепей полимера от количества наполнителя резиновой смеси. Чем выше содержание минерального наполнителя, тем ниже подвижность эластомера.

Способность наполнителя оказывать влияние на свойства резиновой смеси определяется следующими факторами: дисперсность наполнителя, его химическая природа и агломерация наполнителя. С увеличением дисперсности цеолита, растет поверхность контакта цеолита и полимерными цепями каучука. Благодаря высокопористой структуре, цеолиты имеют большую поверхность контакта, что вызывает повышение адсорбционной способности.

Рецепт резиновой смеси с постепенной заменой белой сажи на цеолит Чанканайского месторождения представлен в таблице 8.

**Таблица-2. Рецепт резиновой смеси с замещением белой сажи на цеолит**

Наименование ингредиентов	На 100 масс.частей каучука					
	Эталон	Исследуемый вариант				
СКИ-3	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Хлорбутилкаучук НТ-1068	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Сера техническая	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Сульфенамид «Ц»	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Белила цинковые	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Мягчитель АСМГ	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Модификатор РУ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Микровоск	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Кислота бензойная	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Белая сажа	25,0	20,0	15,0	10,0	5,0	-
Цеолит, обработанный ГС	-	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
Углерод технический П514	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0

Каучук СКИ-3 был взят за основу резиновой смеси на основе высокой технологичности и стабильности физико-механических показателей. СКИ-3 является каучуком общего назначения. Он не обладает запахом, обладает высокой водостойкостью, инертен, близок по сопротивлению окислению и химической стойкости характеристикам натуральному каучуку.

Данный каучук имеет стереорегулярное строение. В промышленности его СКИ-3 получают полимеризацией изопрена в присутствии катализатора в среде инертного растворителя. Процесс полимеризации осуществляется в растворе непрерывным способом в каскадном реакторе. Глубина превращения изопрена достигает 90-95%. Полимеризация изопрена при температуре 0÷10<sup>0</sup>C протекает в течение 2-3 часов.

Важнейшим параметром каучука СКИ-3 является его пространственная конфигурация. Цепь молекулы СКИ-3 состоит на 94-97% из звеньев изопрена, находящихся в цис1,4-положении, в транс-1,4-положении находятся 2-4% звеньев и 1-2% звеньев находятся в положении 1,2 и 3,4. Таким образом каучук СКИ-3 наиболее приближен в натуральному каучуку по своему строению.

## • Технические науки

Увеличение доли транс-1,4, 1,2 и 3,4-звеньев в структуре каучука вызывает снижение эластичности, ухудшение удлинения при разрыве и прочностных свойств РТИ, ухудшает морозостойкость, вследствие повышения температуры стеклования.

Другими важными характеристиками выбранного каучука являются молекулярно-массовое распределение, средняя молекулярная масса, содержание и строение золь-фракции и гель-фракции.

Перед приготовлением резиновой смеси цеолит модифицировали госсиполовой смолой. Результаты исследований, проводимых на кафедре, по применению госсиполовой смолы в качестве добавок к резинам показали эффективность их применения, положительное влияние на технологические и эксплуатационные свойства резин.

Смешение резиновых смесей проводили на лабораторных вальцах ПД 320 160/160.

Трудностей при проведении процесса смешения не отмечалось. Модифицированный цеолит обладает хорошей адгезией с СКИ-3 и ХБК, легко вводится в резиновую смесь, улучшает диспергирование порошкообразных ингредиентов. Распределение ингредиентов удовлетворительное.

Вулканизацию резиновых смесей проводили при температуре 165°C в течение 10 мин.

Для определения эффективности использования модифицированного цеолита в рецептурах технических резин был проведен комплекс физико-механических испытаний полученных вулканизатов.

Таблица-3. Физико-механические показатели полученных резин

Наименование показателей	На 100 масс.частей каучука					
	Нормы контроля	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
Условная прочность при разрыве, Мпа, не менее	11,8	11,7	11,8	12,0	12,5	12,7
Условное напряжение при удлинении 300%, МПа	9,6+2,5	9,3	9,5	10,0	11,5	12,5
Сопротивление раздирну, кН/м	4,9	4,6	4,8	5,2	4,9	4,9
Твердость по Шору А, усл. ед	60	55	57	61	61	60
Прочность связи резин пятки с металлическим корпусом вентиля, Н, не менее	98	90	95	99	98	97

Данные таблицы 3 подтверждают, что наиболее эффективное содержание цеолита в резиновой смеси составляет 15 масс.ч. на 100 масс. частей каучука. Результаты анализа эксплуатационных характеристик полученных резин приведены в таблице 4.

На основе полученных результатов можно получать резины с улучшенными эксплуатационными характеристиками при полном замещении белой сажи модифицированным цеолитом.

Лучшие результаты были получены при введении 15% масс.и 25% масс. цеолита. Наблюдается увеличение относительного удлинения и значительное увеличение условной прочности образцов. Резины, обладающие указанными характеристиками, рекомендуется использовать в диэлектрических резинах, фрикционных резинах и маслостойких резинах.

Таблица-4. Эксплуатационные характеристики резины, полученной с использованием модифицированного цеолита

Наименование ингредиентов	Норма по Гост 4997	Массовые %		
		Прототип	1	2
Содержание цеолита, масс.частей		0	5	15
Условная прочность, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )	Не менее 9,0 (92)	9,45 (96,4)	9,66 (98,5)	10,44 (106,4)
				11,38 (116,0)

Условное напряжение при удлинении 300%, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )	5,0±2,0 (50±20)	3,63 (37,0)	3,63 (37,0)	3,65 (37,2)	3,69 (37,6)
Относительное удлинение, %	Не менее 500	540	543	550	550
Твердость по Шору А, усл.един.	60-65	63	63	63	63

### Выводы

В результате проведенных исследований установлена возможность использования модифицированного цеолита Чанканайского месторождения. Рекомендуется проводить предварительное нагревание цеолита до 165<sup>0</sup>С, для увеличения поверхности контакта и повышения активности цеолита. Значительное повышение эксплуатационных характеристик наблюдается при введение 15-25% масс.цеолита в резиновую смесь. Замена белой сажи на модифицированный госсполовой смолой цеолит приводит к улучшению прочностных характеристик РТИ. Использование рецептов резиновых смесей, содержащих цеолиты, может стать перспективным направлением при производстве диэлектрических и фрикционных резин. Таким образом, использование цеолитов позволит расширить ассортимент выпускаемых резин и снизить себестоимость изделий.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Корнев А. Е., Буканов А. М., Шевердяев О. Н. Технология эластомерных материалов. Москва, МГОУ, 2001. — 472 с.
- [2] Соколова М.Д., Давыдова М.Л., Шадринов Н.В. Морозостойкие композиты на основе бутадиен-нитрильного каучука, сверхвысокомолекулярного полиэтилена и природного цеолита // Материаловедение. — 2010. — № 5. — С. 40—45.
- [3] Hagiwara K, Ebihara T, Yamada H, Shibuya T, Naito J, Ozawa S, Nakata S Dealumination of USY zeolites by thermal treatment. J Jpn Petrol Inst 45, 2002. —45–52 р.
- [4] Mansouri N, Rikhtegar N, Panahi HA, Atabi F, Shahraki BK Porosity, characterization and structural properties of natural zeolite– clinoptilolite—as a sorbent. Environ ProtEng 39,2013. - 139—152 р.
- [5] Мезенцева Н.Г., Миронова Г.Ф., Мичурина О.Н., Новоселов Я.Б.// Природные минералы на службе человека. – Новосибирск: Экор, 2000. – С. 102 - 135.
- [6] Марк, Дж. Каучук и резина. Наука и технология / Дж. Марк. - М.: Интеллект, 2011. - 428 с.
- [7] Генкина, Ю.М. Этилен-пропиленовые каучуки Келтан новые технологии, отвечающие современным требованиям / Ю.М. Генкина // Каучук и резина. - 2010. - № 2. - С. 8-11.
- [8] Дик, Дж. С. Технология резины: рецептуростроение и испытания / Пер. с англ. под ред. Шершнева В.А. / Дж. С. Дик. СПб.: Научные основы и технологии, 2010. - 620 с.
- [9] Гришин, Б.С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): монография. 4.1 / Б.С. Гришин. Казань: КГТУ, 2010. - 506 с.
- [10] Ескараева Г.З., Сакибаева С.А., Бейсенбаев О.К., Куланов А.Б. «Цеолит – ингредиент резиновой смеси полифункционального действия» // Узбекский химический журнал, - Ташкент. - 2002 г.-№ 6 . – С. 80-84.

Тайсариева К.Н., Туребекова Г.З., Сагитова Г.Ф., Алпамысова Г.Б., Исаев Г.И.

### Техникалық резенкелерде модификацияланған цеолиттерді қолдану

**Түйіндеме.** Резенке-техникалық бұйымдардың (РТБ) сапасы мен ассортиментін арттыру үшін қолданылатын ингредиенттердің, әсіресе минералды толтырыштардың базасын көнектізу қажет. Бұл міндеттерді шешу Қазақстанда өндірілетін цеолиттерді пайдалану болуы мүмкін, олардың басты құндылығы-оның полифункционалды әсері, яғни оларға резенке қоспаның бірнеше компоненттерін ауыстыруға болады. Цеолиттер-сілтілі және сілтілі жер металдарының алюмоシリкаттары, әдетте кальций мен натрий және курделі құрылымынан минералы болып табылады. Кристалдық құрылым құрамының арқасында ұқсас каолин, ақ күйе, бор, цеолиттер өнеркәсіптің көптеген салаларында арзан табиги және экологиялық таза минералды қосылыстарды алмастырып ретінде пайдаланылуы мүмкін. Жұмыста модификацияланған госсполды шайыр цеолиттерді техникалық резенкелерде пайдалану мүмкіндіктері көрсетілген. Зерттеу нәтижелері Шанқанай кен орнының модификацияланған цеолитін пайдалану мүмкіндігін көрсетті. Пайдалану сипаттамаларының едәуір артуы 15-25% масс. цеолитті резенке қоспасына енгізу кезінде байқалады. Ақ күйені модификацияланған госспол шайырына ауыстыру кезінде цеолит техникалық бұйымдар резенкесінің беріктілік сипаттамаларын жақсартуға әкеледі.

**Түйінді сөздер:** резенке қоспасы, минералды толықтырыштар, цеолит, цеолит модификациясы, ақ күйе, резенке-техникалық бұйымдар, госспол шайыры.

Khu Ven-Tsen<sup>1</sup>, T. Zhukabayeva<sup>2</sup>, A. Abdildayeva<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>South Kazakhstan State University, Shimkent, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Institute of informational and computational technologies, Almaty, Kazakhstan

E-mail: tamara\_kokenovna@mail.ru, abass\_81@mail.ru)

## ANALYSIS OF PROGRAMMING TOOLS ROBOTIC SYSTEM

**Abstract.** One of the main stages of creating any robotic system is programming its behavior. Such programming has certain specifics and requires the use of specialized tool platforms. Currently, there are various platforms for this purpose, and each of them has its own characteristics and differences from the others. In these conditions, the task of comparative analysis of various tool platforms and development of recommendations for their rational use is updated.

The article discusses the requirements for instrumental platforms for programming robotic systems and attempts to systematize known platforms from the standpoint of their comparative analysis.

**Key words:** robotic system, instrumental platforms, software

Today, robotics is a high-tech, engineering industry at the forefront of scientific and technological progress, which is rapidly developing in many advanced countries. Modern robotic systems are considered as an integral element of increasing the efficiency, productivity and competitiveness of production, primarily in the automotive industry, medicine, military, space and many other areas associated with the presence of harmful conditions for humans, monotonous and repetitive operations that require high accuracy of execution. The improvement of robotic systems and their mass use cause the transition to qualitatively new deserted technologies.

The Republic of Kazakhstan also pays due attention to these trends. As part of the popularization of «Industry 4.0» technologies, it is noted that the development and implementation of robotic systems in the future 10-15 years can make significant changes in the real sector of the economy [1].

Modern robotic systems are distinguished by the increasing complexity of the architectural organization, which is why their operation is becoming more resource-intensive and imposes increased demands on the computing power of the computer equipment used. As a result, it requires a distributed and modular organization of the system software architecture. Moreover, these systems must take into account the classic problems of industrial robotics associated with adaptation to industrial sensors and actuators.

In accordance with this, we can formulate the following requirements that must be met by the software (and its components) of a complex robotic system:

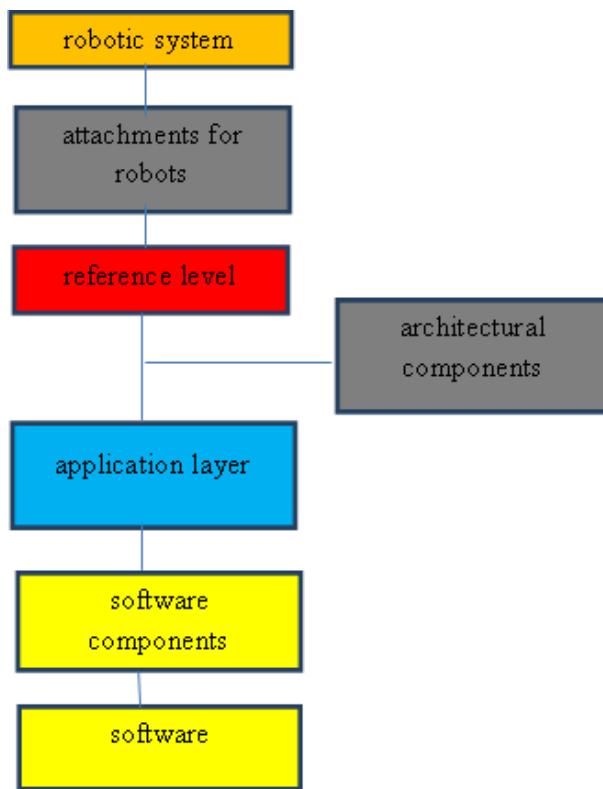
- parallel and distributed architecture;
- modular construction principle;
- security and fault tolerance;
- real-time operation and efficiency.

The most important requirement is to ensure transparency of the robot control system architecture and all its components. The importance of system scalability, reusability, efficiency, and fault tolerance increases. And when developing the robot control system architecture, there are opportunities to unify the applied design solutions, which are expressed in the applicability of various mechanical platforms, industrial sensors, motors, motion mechanisms, power supplies, electronic control systems, microcontroller systems, servos, programming languages and open-source software [2, 3].

One of the main elements of the design of robotic systems is a formal and algorithmic description of the behavior of individual elements and the system as a whole in the process of their functioning. This description includes the following steps:

- simulation of a robotic system;
- development of algorithms for managing the system as a whole and its individual elements;
- synchronization of functional nodes and development of the robotic system architecture;
- testing at the software and hardware levels.

The quality of design depends largely on the capabilities of automated solutions to emerging problems at each of these stages and the effectiveness of the tools used. The final result of the design is the creation of software in the form of a software system that includes modules for supporting the functions of individual robot elements, as well as means for ensuring their joint coordinated functioning for the planned behaviors of the robotic system.



**Fig. 1.** multi-level structure of robotic systems

A robotic system is a combination of hardware and software components as two separate layers integrated into a single complex system. For industrial robots, there is an ISO 8373:2012 standard that includes a dictionary of robots and various robotic devices that function in industrial and non-industrial environments. Systematic hardware components, such as sensors, robotic arms, navigation bar, etc.

Hardware components are controlled and managed by a control layer in the form of a set of drivers in the system code that interacts directly with the hardware. The implementation of more complex composite functions by a robotic system is supported by specialized software that integrates and coordinates the system's hardware components and controls.

The figure shows an example of a multi-level architectural organization of a robotic system that includes components of the application and control levels [4].

The application layer provides software support for robotic operations. The control level provides access to attachments. Each layer encapsulates a specific functionality and interacts with a higher or lower level during the operation of the system.

The development of such software is a very complex and time-consuming task, the solution of which requires interdisciplinary knowledge, special programming skills, and the use of low-level hardware drivers for high-level software abstractions that effectively implement algorithms for processing complex signals.

На сегодняшний день находят применение в основном следующие специализированные инструментальные платформы для разработки роботизированного программного обеспечения: dlife [4], Marie [5], openrdk [6], orocos [7], opros [8], robomind [9], Robot Operating, системы (Ros) [10], webots [11], Gazebo [12], V-REP [13], anvel [14], MRDS [15], SIMBAD [16].

These platforms are functionally focused on modeling robotic systems with support for such aspects as scalability of developed software products and hardware designs, the possibility of their repeated use, editing and debugging of software modules, and simplicity of developed hardware and software components. They also provide a variety of tools for modeling and simulating the designs being developed, making it easier to solve the design, verification, and testing tasks of design developments. The implemented working environment provides the possibility of creating a complex, multi-element integrated architecture of robotic systems.

With the existing variety of tool platforms, their comparative analysis is relevant in order to identify the advantages and disadvantages, knowledge of which can contribute to their most effective practical application.

However, due to the existing differences in the characteristics used, such a comparison using a single systematic approach is quite difficult. None of the presented platforms provides an obvious advantage in all aspects of modeling robotic systems. However, there is no consensus on what organizational structure and what technologies should be implemented, as well as what aspects should be covered. In these conditions, comparative analysis is possible only at

the level of taking into account individual advantages and disadvantages for individual tool platforms. Table 1 shows the main characteristics of the compared platforms.

**Table 1.**

Name	Operating system	Programming language	License	Year
	Mac OSX, Linux, Win	Java	GPL3	2007
dLife [4]	Win Linux	XML	LGPL2	2003
MARIE [5]	Linux, Win	C++, Java, Python	GPL2	2009
OpenRDK [6]	Linux, Win Linux/RTAI/ Linux/RTAI/	C++, Python, scenarios' language	LGPL	2000
OROCOS[7]	Linux/RTAI/ Xenomay, OSX, Xenomay, OSX, Win, Win CE Win	Simulink scenarios' language Simulink Orocos C, C++	LGPL	2000
OPRoS[8]	Win	Java	RoboMind	2005
RoboMind [9]	Linux, Mac, Win	C++, Python, Octave,	Licence BSD	2008
Robot	Linux, Mac, Win	LISP, Java, Lua		
Operating System[10]	Linux, Mac, Win.	C, C++, Java, Matlab, Python	Proprietary, with contributions from the community	2008
Webots[11]	Linux, Mac, Win	C, C++, Python, Java	Apache 2.0	2008
Gazebo [12]		C, C++, Python, Java, Urbi,		
V-REP [13]	Linux, Mac, Win	Matlab/Octave	Proprietary/ GNU GPL	2010
		Python, Matlab,	BSD	2006
ANVEL [14]	Linux, Win.	C++, C#, Java.		
	Linux, Win.	VPL, C#, Visual		
	Win.	Basic, JScript,	Various	2006
MRDS [15]	Win.	IronPython		
		IronPython Java, Python	GPL2	2007
Simbad [16]	Linux, Mac, Win.			

The main parameters are considered:

- type of operating system used;
- supported programming languages;
- type of license;
- creation year.

The supported operating system type defines the basic system requirements for hardware platforms for installing the tool SOFTWARE. This parameter characterizes the degree of software versatility in terms of the applicability of different hardware platforms.

The number of supported programming languages determines the flexibility of the SOFTWARE being created, as it reflects the possibilities of using different libraries and projects. The language used also affects the performance of the implemented calculations, the ability of the SOFTWARE to function in real time, and the mobility of software products. The most common language in robotics infrastructure applications is C/C++, as it provides low-level access to hardware components, sensors, and actuators. However, since many algorithms in robotics contain elements with a high level of abstraction, there is often a need to use flexible high-level languages such as Java, Python, or MATLAB [17];

The license parameter describes the openness of the software system, i.e. whether it is classified as an open source or commercial access type;

The year of creation reflects the qualification level of the system, the degree of its formation, the perfection of the user interface design and the ability to adapt to the emerging needs of users.

From these positions, the following advantages can be highlighted for the considered tool platforms:

dLife – support for the Java library, the ability to program tasks in the field of artificial intelligence, BioIndustry, artificial life and robotics. The supported library includes packages for neural networks, genetic algorithms, training tools for intelligent systems, robotics, and computer vision. The priority area for using dLife is evolving and self-developing robotics [4].

MARIE is a tool for designing and developing mobile and Autonomous robots. Provides the ability to integrate multiple heterogeneous software products. It supports distributed SOFTWARE operation mode, which allows you to run applications simultaneously in a group of several robotic systems [5].

OpenRDK is an open source modular software environment focused on the rapid development of distributed robotic systems [6].

OROCOS is a platform for creating free software. It is based on a set of portable C ++ libraries focused on robot control. Provides compatibility of software products from different vendors, which means that ready-made components developed outside of the created project can be integrated into a single software system [7].

OPRoS is an open source platform based on components for developing robotic software and monitoring robots [8].

RoboMind-support for an educational programming environment with its own scripting language, aimed at beginners learning the basics of computer science, in relation to programming a simulated robot [9].

Robot Operating System (ROS) – support for a fully functional working environment for creating software for robotic systems. It includes tools, libraries, and conventions aimed at reducing the complexity of procedures for describing the behavior of robotic systems and ensuring software reliability [10].

Webots is a commercial development environment from Cyberbotics for programming and modeling mobile robots. Provides multi-user (heterogeneous) simulation of physical interaction with multiple robotic agents [11].

Gazebo is a three-dimensional physical simulator for robots in the open air. It is the third and most recent part of the Player/Stage/Gazebo project. Provides realistic simulation of sensors, various devices and mechanisms in the robot [12].

V-REP is a robot simulator with a built-in development environment. It is based on a distributed management architecture. Each object / model can be managed individually via a built-in script, plugin, ROS or BlueZero node, remote API client, or user interface. This makes V-REP a universal tool, ideal for creating multi-user applications. SOFTWARE components can be written in C / C ++, Python, Java, Lua, Matlab, or Octave [13].

ANVEL-is a simulator of robotic systems for military purposes. Provides high-quality and accurate reproduction of physical devices in combination with high-quality graphical visualization of the simulated environment [14].

MRDS-support for the Windows-based robot simulation and management environment. Provides parallel operation of several NET libraries for managing asynchronous parallel tasks [15].

Simbad is a 3D robot simulator with Java support for scientific and educational purposes. It is intended mainly for researchers and (or) programmers specializing in the field of artificial intelligence and machine learning [16].

The analysis of the considered tool platforms allows us to come to the conclusion that the ROS system is the most preferable for solving the problems of designing robotic systems. The following indicators can serve as a basis for this:

- ease of SOFTWARE development and use;
- versatility, modularity and flexibility;
- ability to scale developments and integrate with other tool systems;
- open source software, a large number of ready-made drivers, algorithms, and software solutions for standard robotics tasks;
- the ability to independently develop SOFTWARE components for multiple developers, combined with the ability to add your own modules to the system;
- easy debugging of software developments;
- extensive active community of users.

It is also important that ROS programming can be performed in different programming languages and in any development environment, including the free Eclipse. ROS has powerful tools for debugging and collecting information during the operation of the designed robotic system and its subsequent analysis [10].

ROS provides standard system operating services such as hardware abstraction, low-level device management, implementation of widely used functions, and message interchange between package management processes.

Thus, the ROS package can be recommended as the basis of the software tool for programming robotic systems.

#### LITERATURE

- [1] Message of the President of the Republic of Kazakhstan-Leader of the nation Nursultan Nazarbayev to the people of Kazakhstan "Strategy" Kazakhstan-2050": a new political course of the established state " - 2012. [Electronic resource]. – URL: <https://strategy2050.kz/ru/news/48918> (date accessed: 26.04.2018).
- [2] Pablo Inigo Blasco, Fernando Diaz del Rio, M. Carmen Romero Terner, Daniel Cagigas Muniz, Saturnino Vincente Diaz. Robotics software frameworks for multi- agent robotic systems development // Robotics and Autonomous Systems – 2012. – Volume 60, Issue 6. – P. 803–821.
- [3] ISO/IEC 15459-3:2014. Information technology. Automatic identification and data capture techniques. Unique identification. - Part 3: Common rules [Электронный ресурс]. – URL:<https://www.iso.org/standard/54781.html> (Дата обращения: 26.04.2018).
- [4] dLife is a Java library – 2010–2012. [Электронный ресурс]. – URL: <http://users.dickinson.edu/~braught/dlife/dLife.html> (Дата обращения: 25.04.2018).
- [5] Jason Nyugen, Saurabh Joshi, Eric Jiang. Introduction to MARIE, A Basic CPU Simulator // Copyright © 2016. – Second Edition.
- [6] Robin Rasch, Aljoscha Pörtner, Martin Hoffmann, Matthias König. A decoupled three-layered architecture for service robotics in intelligent environments // Proceedings of the 1st Workshop on Embodied Interaction with Smart Environments. – November, 2016. – Tokyo, Japan. – P.1–8.
- [7] Herman Bruyninckx. Open robot control software : the OROCOS project, in : ICRA // IEEE, 2001. – P. 2523–2528.
- [8] Byoungyoul Song, et al., An introduction to robot component model for OPRoS (Open Platform for Robotic Services) // Autonomous Robots, 2008. – P. 592–603.
- [9] M. Faisal, Rosihan Ari Yuana, Basori. Comparative Study between Robomind and Scratch as Programming Assistance Tool in Improving Understanding of the Basic Programming Concepts // International Conference on Teacher Training and Education 2017 (ICTTE 2017). – Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR). – Volume 158.
- [10] Zhi Yan, Luc Fabresse, Jannik Laval and Noury Bouraqadi. Building a ROS-Based Testbed for Realistic Multi-Robot Simulation: Taking the Exploration as an Example // Robotics, 2017. – P. 6–21.
- [11] Webots User Guide. R2018a revision 2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cyberbotics.com/doc/guide/index> (Дата обращения 25.04.2018).
- [12] Nathan Koenig and Andrew Howard. Design and use paradigms for gazebo, an open-source multi-robot simulator. // In Intelligent Robots and Systems, 2004. (IROS 2004) // Proceedings. 2004 IEEE/RSJ International Conference. – Volume 3. – P. 2149–2154.
- [13] Coppelia Robotics GmbH, 2016, V-REP virtual robot experimentation platform [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.v-rep.eu> (Дата обращения 25.04.2018).
- [14] Phillip J. Durst, Christopher Goodin, Chris Cummins, Burkman Gates, Burney McKinley, Taylor George, Mitchell M. Rohde, Matthew A. Toschlog, Justin Crawford. A Real-Time, Interactive Simulation Environment for

Unmanned Ground Vehicles : The Autonomous Navigation Virtual Environment Laboratory (ANVEL) //2012 Fifth International Conference on Information and Computing Science.

[15] Rajendra Patel, Marko Lehtola, Pavel Lemarinier. Integration of an ABB industrial robot with a MRDS enabled mobile robot platform and experiments for track motion applications // 41st International Symposium on Robotics [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=6840099> (Дата обращения 25.04.2018).

[16] Simbad 3D Robot Simulator [Электронный ресурс]. – URL: <http://simbad.sourceforge.net> (Дата обращения 25.04.2018).

[17] D. Vallejo, J. Albusac, J.A. Mateos, C. Glez-Morcillo, L. Jimenez. A modern approach to multiagent development // Journal of Systems and Software. – 83 (3). – 2010. – P. 467–484.

Ху Вен-Цен, Жукабаева Т.К., Абдилдаева А.А.

#### **Анализ программирования инструментов роботической системы**

**Резюме** Одним из основных этапов создания любой роботизированной системы является программирование ее поведения. Такое программирование имеет определенные особенности и требует использования специализированных инструментальных платформ. В настоящее время для этой цели существуют различные платформы, каждая из которых имеет свои особенности и отличия от других. В этих условиях актуализируется задача сравнительного анализа различных инструментальных платформ и выработки рекомендаций по их рациональному использованию.

В статье рассматриваются требования к инструментальным платформам для программирования робототехнических систем и попытки систематизировать известные платформы с точки зрения их сравнительного анализа.

Ху Вен-Цен, Жукабаева Т.К., Абдилдаева А.А.

#### **Робот жүйесінің бағдарламаларын талдау**

**Түйіндеме.** Кез-келген роботтық жүйені құрудың негізгі кезеңдерінің бірі - оның әрекетін бағдарламалау. Мұндай бағдарламалау белгілі бір ерекшеліктерге ие және арнайы құрал платформаларын қолдануды талап етеді. Қазіргі уақытта осы мақсатқа арналған әртүрлі платформалар бар, олардың әрқайсысы өз сипаттамаларымен басқаларынан ерекшеленеді. Бұл жағдайда әртүрлі құрал платформаларын салыстырмалы талдау және оларды ұтымды пайдалану бойынша ұсыныстарды әзірлеу міндеті өзекті болып отыр.

Мақалада роботтық жүйелерді бағдарламалауга арналған құралдар платформаларына қойылатын талаптар және белгілі платформаларды олардың салыстырмалы талдауы түрғысынан жүйелеу әрекеттері қарастырылады.

ОӘК 004.056.53

**<sup>1,3</sup>F.Malikova, <sup>1</sup>A. Saginayeva, <sup>1</sup>N. Zhanat, <sup>2</sup>B. Tusupova, <sup>3</sup>A. Zhunuskhan**

(<sup>1</sup>KazNU named after Al-Farabi, <sup>2</sup>Almaty University of Energy and Communications, <sup>3</sup>Almaty

Technological University Almaty, Kazakhstan

E-mail: saginaeva.aigerim@mail.ru, nurzhan\_21\_04@mail.ru)

### **THE MODERN SYSTEMS AUTONTOIFICATION AND IDENTIFICATION OF USERS: BASIC PROBLEMS AND THEIR IMPROVEMENT DIRECTIONS**

**Abstract.** The article gives an overview currently existing human identification systems used in these methods, their brief characteristics and capabilities. The article also shows the advantages use in the identification system biometric technologies, their classification and the main disadvantages. Briefly reviewed input biometric information through various sensors into identification systems, the article shows their classification. Main attention is paid a biometric identification system based on the use of their algorithms dynamic methods. The article concludes by the directions of research and development of promising multimodal biometrics human identification systems, showing their advantages over existing systems.

**Key words:** identification, biometry, sensor, user, access, modality.

**Ф.У. Маликова<sup>1,3</sup>, А.К. Сагинаева<sup>1</sup>, Н.Ж. Жанат<sup>1</sup>, Б.Б. Тусупова<sup>2</sup>, А.К. Жунусхан<sup>3</sup>**  
(<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, <sup>2</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, <sup>3</sup>Алматы технологиялық университеті, Алматы, Республика Қазақстан)  
E-mail: saginaeva.aigerim@mail.ru, nurzhan\_21\_04@mail.ru

## ПАЙДАЛАНУШЫЛАРДЫ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ АУТЕНТИФИКАЦИЯЛАУДЫҢ ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ЖҮЙЕЛЕРІ: НЕГІЗГІ ПРОБЛЕМАЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАҢҒЫРТУ БАҒЫТТАРЫ

**Андратпа.** Адамды идентификациялаудың қолданыстағы жүйелеріне, оларда қолданылатын әдістерге, олардың қыскаша сипаттамалары мен мүмкіндіктеріне шолу жасалады. Сәйкестендіру жүйелерінде биометриялық технологияларды қолданудың артықшылықтары көрсетілген, олардың классификациясы келтірілген, негізгі кемшіліктері көрсетілген. Биометриялық ақпаратты сенсорлар сәйкестендіру жүйелері арқылы енгізу мәселелері қыскаша талқыланды, олардың жіктелуі келтірілген. Алгоритмдерде динамикалық әдістерді қолдануға негізделген биометриялық сәйкестендіру жүйелеріне басты назар аударылған. Адамдарды сәйкестендіруге арналған полимодалды биометриялық жүйелерді перспективті зерттеу және дамыту бағыттары бойынша қорытынды жасалған және олардың қолданыстағы жүйелерден артықшылығы көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** идентификация, биометрия, сенсор, пайдаланушы, қол жеткізу, модальділік.

Қазіргі заманғы ақпараттық технологияларды кеңінен тарату және енгізу, әртүрлі ақпаратты, оның ішінде шектеулі ақпаратты тез алуға мүмкіндік беретін инфокоммуникациялық жүйелер мен коммуникациялардың дамуы ақпараттың құпиялығын сақтауға және оған қол жеткізу құқығын сарапауға ерекше назар аударуды талаға етеді. Адам идентификациясы құралдарының ғылыми әзірлемелеріндегі алғашқы жетістіктерге XIX ғасырдың сонында антропологтардың әртүрлі адамдарда дene беліктерінің геометриялық өлшемдері ешқашан толық сәйкес келмейді деген тұжырымдары негізінде қол жеткізілді (А. Бертильон әдісі). XX ғасырдың басында өлшеу сомасы бойынша идентификацияның орнына дактилоскопия (Э. Генри) келді, соның арқасында саусақ іздері бойынша идентификация бірнеше минутты алды.

Адамды сәйкестендірудің әр түрлі құралдарын қолданудың көпжылдық тәжірибесін талдау бірқатар міндеттерді анықтады, оларды шешу техникалық-экономикалық көрсеткіштерді және деректердің нақтылық нәтижелерін арттыруға мүмкіндік береді. Ақпаратты қорғауға қойылатын талаптарды кешенді арттыру, күрделі жедел жағдай және қорғалған объектілерге деген жоғары қызығушылық адамды (пайдаланушы/абонент) аутентификациялау және сәйкестендірудің құралдары мен кешендерін құру мен қолданудың қолданыстағы тәсілдерінің жекелеген бағыттары бойынша қайта қарауды талаға етеді. Сәйкестендіру құралдарын техникалық жаңғырту қажеттілігі, бұдан басқа, негізгі техникалық деректері 1-кестеде көрсетілген осындағы құралдар паркінің жай-күйіне байланысты болады.

### 1-кесте.

Атауы	Идентификацияның түрі	Құрамы	Пайдаланылатын әдістері	Кемшіліктері
Finger Chip	саусақ ізі бойынша	сканерлеу құрылғысы; бағдарламалық камтамасыз ету	созылынқы сканерлеумен бірге суретті алудың температуралық әдісі	сыртқы факторларға жоғары тәуелділік (саусақпен тегіс емес жүргізу немесе көп тер белу); төмен сезімталдық
Bio-Dynamic Signature	жүйке жүйесінің жүрек қағуы және электр сигналдары	сигналдарды тіркеу құрылғысы (датчиктер); өндөу блогы (BDS Sensor)	биодинамикалық қолтаңба рөлінде шығатын электрокардиографиялық деректердің бірегейлігі	сыртқы факторларға жоғары тәуелділік (жанама ЭМИ); сенсорлардың төмен сезімталдығы
IdM-жүйелері	Kerberos билеті, X509 сертификаттары, логин / пароль, қауіпсіздік маркері	сенім білдіруші жағы (relying party, RP); сәйкестендіру орталығы (Identity provider, IP); қолданушы	бекіту негізіндегі аутентификация моделі (claim-based authentication, CBA)	деректер беру желілерінде тар мамандандырылған қолдану; сыртқы басып кірудің жоғары мүмкіндігі (қауіпсіздік маркерін жоғалту, логин/пароль және т. б. ауыстыру.)

RFID-жүйелері	радиожиілік белгісі бойынша	ридер (оку құрылғысы); антенналар; радиожиілік белгісі;	радиожиілік магниттік сәулелену	сыртқы факторларға жоғары тәуелділік (ЭМИ, қоректену элементтері және т. б.); сыртқы басып кіру мүмкіндігі (белгі жоғалту)
Morpho Access «Фильтр»	саусақ ізі бойынша	сканерлеу құрылғысы; бағдарламалық қамтамасыз ету (MEMS)	оптикалық созылмалы сканерлеу	сыртқы факторларға жоғары тәуелділік (саусактарды тегіс емес жүргізу немесе көп тер бөлу)
«Поли-фейс»	бет бейнесі бойынша	енгізу құрылғысы (сандық фотоаппарат, сканер); бағдарламалық қамтамасыз ету;	сәйкестендірілген тұлғалардың фотосуреттерін кодтау және оларды базадағы түпнұсқамен салыстыру	тұлғаның операцияланатын нүктелерінің шектеулі санын пайдалану; субъективті портретті ауыстыру мүмкіндігі;
«Циркон»	көздің қарашық қабығы бойынша	сканер; бағдарламалық қамтамасыз ету; SDK-кітапхана; кіру блогы Циркон-3Е (iScan-3R)	суретті тіркеу және сандық кодтау көздің қарашық қабығы; кодты тексеру ("бірден бірге", "бірден көпке")	сканерді қолмен реттеу; ұзак уақыт тану;

Адамды сәйкестендіру және аутентификациялау құралдары мен кешендерін дамытудың қазіргі кезеңі объективті жаңғыртумен сипатталады, оның мақсаты келесі міндеттерді шешу болып табылады:

- процедураны жүргізудің дәлдігін арттыру, мүмкін болатын қателер көрсеткіштерін төмендетеу;
- радиоэлектрониканың, микроэлектрониканың және биометрияның соңғы жетістіктері негізінде жоғары технологиялық автоматтандырылған жабдықтарды пайдалану;
- сәйкестендіру аппаратурасын және оның тораптарын басқару, сәйкестендіру құрылғылары арасында ақпарат алмасу, алгоритмдерді бақылау және сәйкестендіру объектісінің өзгеретін параметрлеріне сәйкес бейімдеу механизмдерін іске асыру үшін микропроцессорлық техниканы кеңінен қолдану;
- бірдейлендірудің түрлі түрлерін бір мезгілде қамтамасыз ету;
- қосымша сервистік қызметтерді ұсыну: ақпарат алмасудың стандартты ішкі желілеріне қосу, биометриялық параметрлерді және т. б. пайдалана отырып ақпаратты криптографиялық қорғау;
- кезекші персоналды қысқарту немесе жою есебінен пайдалану шығыстарын айтارлықтай төмендетеу, пайдалану көрсеткіштерінен субъективті факторды жою, жүйелердің сенімділігі мен өміршемдігін арттыру;
- әр түрлі ресурстарды ұнемдеу (экономикалық көрсеткіштер, апараттық талаптар, уақытша ресурстар және т.б.).

Бұл аутентификация мен сәйкестендірудің әр түрлі модельдері мен әдістерін әзірлеу міндеттерінің өзектілігін көрсетеді.

Сәйкестендіру жүйелерінің дәлдігін арттыру проблемасын талдау оларды жетілдірудің бірқатар бағыттарын бөліп көрсетуге мүмкіндік береді (1-сурет).

Кез келген идентификация жүйесінің ажырамас болып табылады, оның көмегімен деректер базасында бар ұлғімен келесі талдау және салыстыру үшін бастапқы деректерді оку жүргізіледі. Осы сенсорлардың түріне және түріне байланысты сәйкестендіру жүйелерінің өнімділігі де өзгереді.

Сәйкестендірудің дұрыстығын арттыруға сканерлеу рұқсатын және осы процестің дәлдігін жақсарту есебінен қол жеткізілуі мүмкін. Бұл параметрлер сенсор түріне байланысты. Адамның мінездікілік сипаттамаларындағы (олардың параметрлеріндегі) өзгерістерді есепке алуға мүмкіндік беретін динамикалық сенсорларға микрофондар, бейнетіркегіштер (камералар), ақпаратты қолмен енгізу құрылғылары (пернетакта, манипулятор, сенсорлық панель) жатады. Айта кету керек, кейір динамикалық сенсорлар статикалық жүйелерде де қолданылады, мысалы, адамның геометриялық параметрлері бойынша идентификация кезінде.



**1-сурет.** Сәйкестендіру (идентификация) жүйесінің дәлдігін арттыру жолдары

Байланыс (саусак іздерінің сканері, ақпаратты қолмен енгізу құрылғылары және т.б.) және байланыссыз (көз торының сканері, микрофондар және т. б.) арасындағы оқу түрі бойынша айырмашылық талданатын деректермен (параметрлермен) және оларды алу тәсілімен өзара әрекеттесуді ұйымдастыру болып табылады.

Сәйкестендіру үшін қажетті ақпаратты алу уақыты бойынша сенсорлар жылдам әсер ететін (саусак іздерінің сканері, көз торының және т.б.) және ұзак талдау (жұру, ДНК және т. б.) болып бөлінеді.

Әдетте, статикалық сенсорлардың кемшіліктері тиісті жүйелердің әлсіз жерлерін анықтайды. Оларға жатады:

- объектінің жай-күйінің (терінің құргақтығы/ылғалдылығы, аурулардың немесе жаракаттардың болуы, айналы шағылышу және т. б.) және қоршаган ортаның (ауаның температурасы мен ылғалдылығы, жарықтандыру жағдайлары және т. б.) алынатын деректердің сапасына елеулі әсері (сурет);
- статикалық сәйкестендіру жүйелерін экономикалық тиімсіз пайдалануды жасайтын жоғары құн.

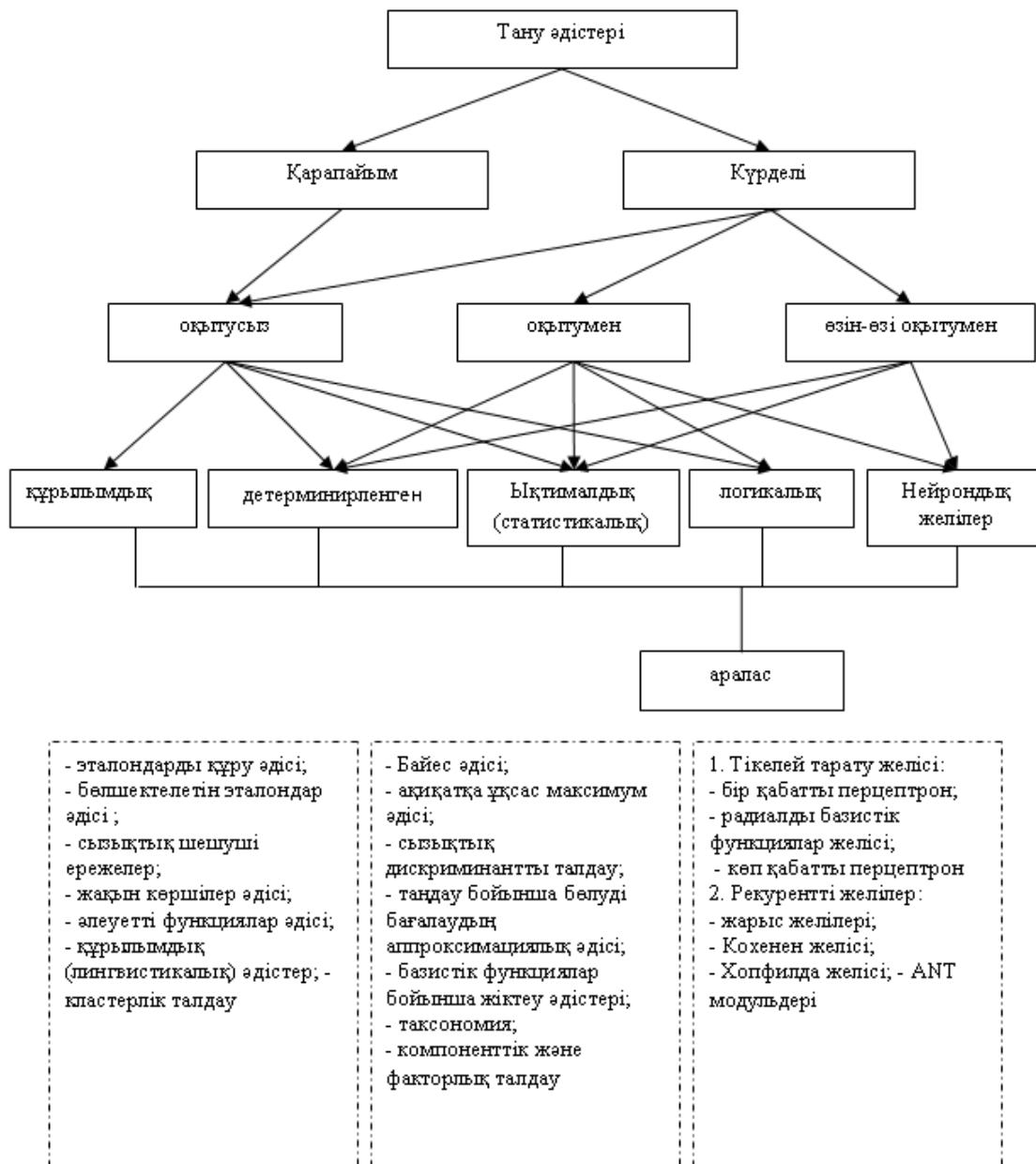
Динамикалық жүйелердің жетіспеушілігі адамның психоэмоционалдық (эмоциялардың сыртқы көрінісі, стресс және т.б.) және физиологиялық (шаршау, ауру) жай-күйінің бастапқы деректерін алу процесіне елеулі әсер етеді. Идентификацияның дұрыстығын арттыру мақсатында соңғыларды есепке алу талданатын деректерді полимодальды ұсынуға негізделуі мүмкін [1].

Көлданылатын сенсорлардың (датчиктердің, сканерлеу құрылғыларының) сапасын жақсарту Жалпы жүйенің өз құнының айтарлықтай өсуіне алып келеді, кейде оны әзірлеу және тіпті пайдалану экономикалық тиімсіз болады. Көлданылатын алгоритмдердің көрсеткіштерін арттыру терен, кейде тіпті іргелі зерттеулерді жүзеге асыруды талап етеді, бұл кейде қын жүзеге асырылады.

Технология интеграциясы әр түрлі сигналдарды бір уақытта өлшеуді жүзеге асыруды және олардың өзара интеграциясын қамтиды [2]. Бұл категорияға әр түрлі модельдер (мульти модальды идентификация) бойынша сигналдарды өндеудің әр түрлі алгоритмдерін (алгоритмдерді интеграциялау) іске асыру және қолдану кіреді. Бұл жағдайда, сондай-ақ бағалауды талап ететін сәйкестендіру жүйесі жұмысының дәлдігін арттыру мүмкіндігі бар.

Қазіргі уақытта қолданыстағы аутентификация және адамды идентификациялау жүйелері (кесте. 1) мынадай тәсілдерді пайдалануга негізделеді:

- бірегей физикалық заттарды қолдана отырып (түрлі чиптер, смарт-карталар және т. б.) — меншік бойынша — P;



**З-сурет.** Тану әдістерінің жіктелуі

Осылайша, адам дауысы, оның клавиатуралық жазбасының ерекшеліктері, бет бейнесі және т.б. сияқты түрлі параметрлердің катарын есепке алу есебінен жоғары дәлдікке ие мультибиометриялық идентификация жүйелерін жобалау және әзірлеу, жылдам талдау мен нәтижелерді алуға ие стандартты сенсорларды пайдалану арқасында перспективалы бағыт болып табылады және одан әрі зерттеулер мен пысықтауды талап етеді. Бұл ретте сәйкестендірілетін адамның психоэмоционалдық жағдайын талдауга және биометриялық сәйкестендіру жүйелерінің алгоритмдері жұмысы кезінде осы жағдайды есепке алуға ерекше назар аудару қажет.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Басов О.О., Сайтов И.А. Основные каналы меж- личностной коммуникации и их проекция на инфокомму- никационные системы / Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 7(30). С. 122—136.
- [2] Болл Руд М. и др. Руководство по биометрии // Москва, Техносфера. 2007. 368 с.
- [3] Выскуб В.Г., Прудников И.В. Повышение эф- фективности распознавания личности при использовании биометрической идентификации // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2011. Вып. 1. С. 28—32.
- [4] Денисова Д.М. Методы исследования воздей- ствия сенсорных стимулов на психофизиологическое состояние человека, Труды СПИИРАН. 2009 г. Вып. 9. С. 219—227.

- [5] Жвалевский О.В., Рудницкий С.Б. Биометрический комплекс для инструментальной оценки психосоматического статуса человека, Труды СПИИРАН, 2009 г. Вып. 8. С. 61—77.
- [6] Скубицкий А.В. Анализ применимости мето- да реконструкции динамических систем в системах биометрической идентификации по клавиатурному почер- ку // Инфокоммуникационные технологии. Т. 6. № 1. 2008.
- [7] Hiromasa Fujihara, et al. Speaker Identification under Noisy Environments by Using Harmonic Structure Extraction and Reliable Frame Weighting // INTERSPEECH 2006 — ICSLP September 17—21, Pittsburgh, Pennsylvania, pp 1459— 1462.
- [8] M. Sigmund Spectral Analysis of Speech under Stress. Int. Journal of Computer Science and Network Security, vol. 7. P. 170—172. 2007.
- [9] L. Rothkrantz et al. Voice Stress Analysis. Text, Speech and Dialogues, ISBN 3-540-23049-1, Lecture Notes in Artificial Intelligence, P. 449—456, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2004.

Маликова Ф.У., Сагинаева А.К., Жанат Н.Ж., Тусупова Б.Б., Жунусхан А.К.

**Существующие системы аутентификации и идентификации пользователей: основные проблемы и направления их модернизации**

**Резюме.** Приводится обзор существующих на сегодняшний день систем идентификации человека, используемых в них методов, их краткие характеристики и возможности. Показаны преимущества использования в системах идентификации биометрических технологий, представлена их классификация, указаны основные недостатки. Кратко рассмотрены вопросы ввода биометрической информации посредством сенсоров (датчиков) систем идентификации, приведена их классификация. Основное внимание удалено системам биометрической идентификации, основанных на использовании в своих алгоритмах динамических методов. Сделаны выводы о направлениях перспективных исследований и разработок полимодальных биометрических систем идентификации человека, показаны их преимущества перед существующими системами.

**Ключевые слова:** идентификация, биометрия, сенсор, пользователь, доступ, модальность.

**T. Zhukabayeva<sup>1</sup>, L. Zhumabayeva<sup>2</sup>, A. Abdildayeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of informational and computational technologies, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>S. Yessenov Caspian State Universityof Technology and Engineering, Aktau, Kazakhstan

E-mail: tamara\_kokenovna@mail.ru, laula.zhumabayeva@yu.edu.kz, abass\_81@mail.ru

**PERFECTION OF TECHNOLOGY PRIMARY OIL REFINING  
USING PETRI NETS**

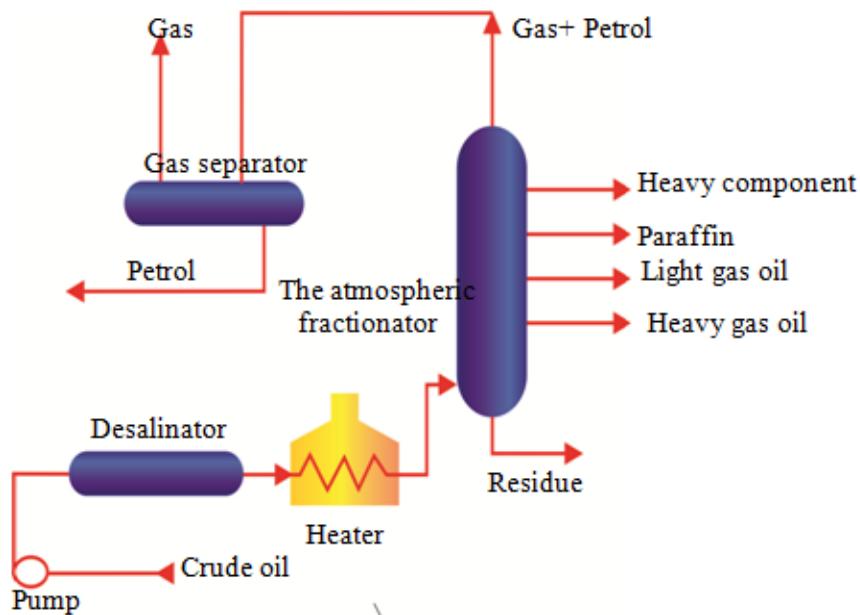
**Abstract.** This article is devoted to primary oil refining technologies using Petri nets. Today, modeling is a promising method for identifying ways to optimize each process. Simulation of production processes allows you to reduce the time of development of technological documentation, reduce production costs, make the optimal choice of equipment and increase productivity. Using the Petri nets device allows you to create a modeling environment and describe the main parameters of the production process. Simulation based on Petri nets allows you to create a model of any technological process without using complex mathematical tools, and use it to identify key factors that affect the quality, performance and price of products.

**Introduction.** The use of innovation technologies is one of the sources of improve the technological level of oil production companies, giving them a competitive advantage. Application and implementation of new technologies is a good way to develop and improve the technological level of production of the oil companies [1]. In the last years condition of oil refining in the world has changed radically. Some developed countries are actively building and commissioning of the new power for oil refining and petrochemical industries. The overall global trend most a distinct in industrialized countries, it has become tougher environmental legislation, as well as constant growth of in oil product quality requirements [2].

Modeling is a promising way to identify ways to optimize every of the technological process. Imitating modeling of production processes can reduce the time of development of technical documentation and to reduce production costs and make an optimum choice of equipment and increased productivity.

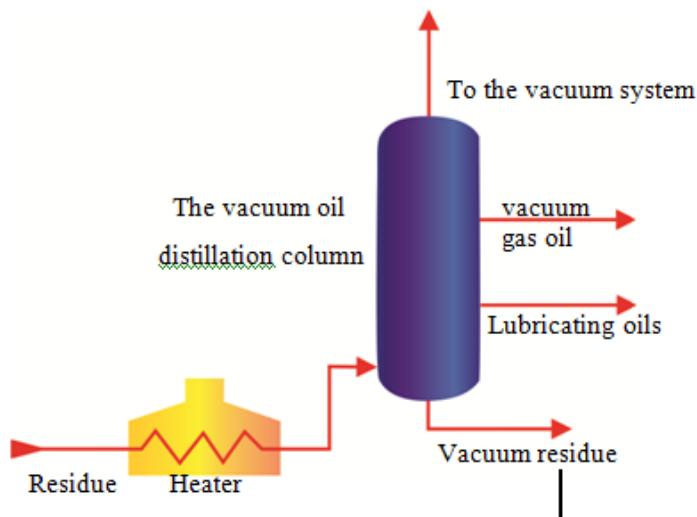
**Primary.** The main process of each an oil refinery is the primary distillation of crude oil. The simplest scheme of primary distillation is atmospheric-vacuum tubular installation. Atmospheric and vacuum tubular system consists of the two separate sections - atmospheric and vacuum. [3]

Flowchart illustrating a process atmospheric distillation:



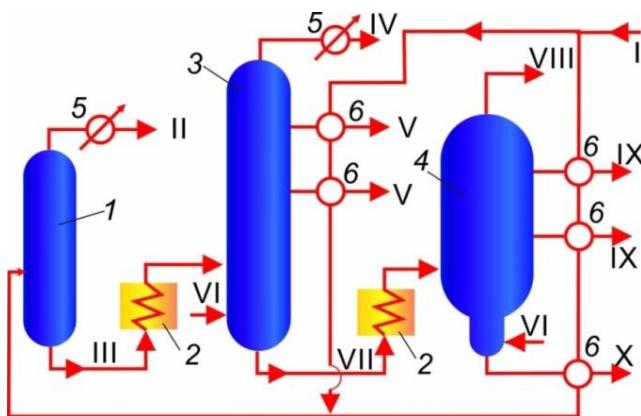
From of crude unstable oil extracted components of light oil products - gasoline, kerosene, diesel fuels. Remains of the atmospheric distillation is heavy fuel oil. It undergoes to vacuum distillation.

Flowchart illustrating a process vacuum distillation:



Obtained in this vacuum gas oils or oil fractions and a heavy residue - asphaltum. For obtaining from heavy fuel oil the vacuum gas oil or of oil fractions will construct atmospheric-vacuum systems. Derived of the gas oil, asphaltum and the oil fractions used as raw of processes subsequent (secondary) of processing them to obtain of fuel, lubricating oils, coke, bitumen and other petroleum products. When designing the atmospheric and vacuum systems the quality of oil is an important characteristic because it determines the range of products and process flow diagram, apparatus operation and the choice of structural materials and reagent consumption. Efficiency of rigs primary oil processing is one of the key factors in order to improve the profitability of the oil refining enterprise. It is caused by the fact that actually determined plant-wide grocery balance on these facilities.

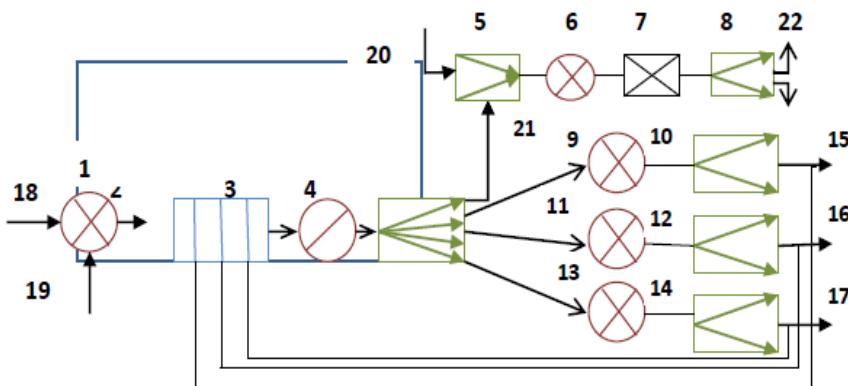
On the other hand, because of the energy intensity of the process of rectification and the big productivity on raw of installation are the largest energy consumers in the oil refinery. Next, consider the flow diagram of an atmospheric-vacuum distillation:



**Fig. 1.** Flow diagram of the installation for atmospheric and vacuum distillation.

Apparatus: 1, 3 - atmospheric distillation column; 2 - furnaces for reheating oil and fuel oil; 4 - vacuum circuit rectification column; 5 - capacitors refrigerators; 6 - heat exchangers. Line: I - oil; II - light petrol; III - reduced crude; IV - heavy petrol; V - kerosene and gas oil; VI - water vapor; VII - heavy fuel oil; VIII - decomposition gases and water vapor; IX - oil fractions; X - asphaltum.

Initial petroleum refining is a complex process, to fully describe the system as a single operator scheme is not possible [4]. And one of the examples of the description of the operator scheme we have chosen vacuum processing of oil.



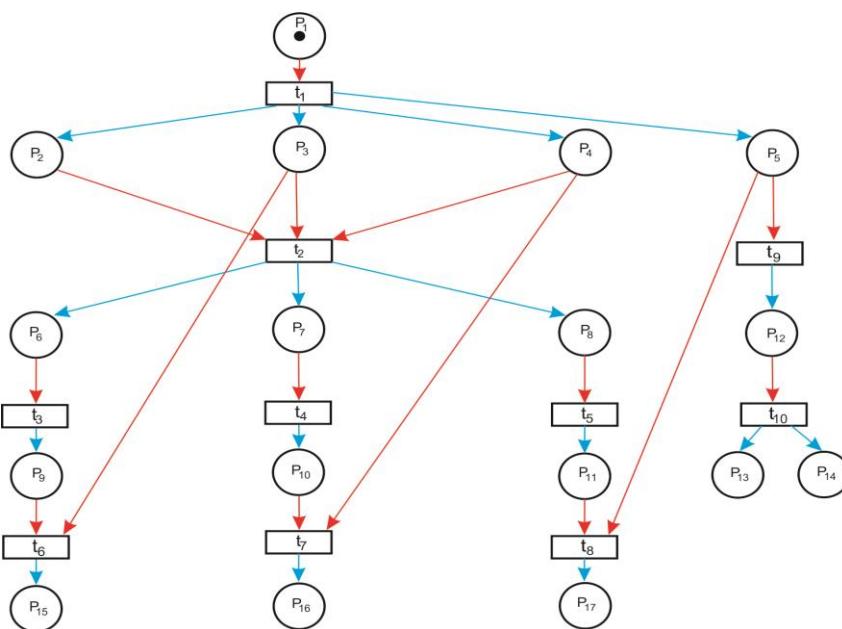
**Fig. 2.** Operator scheme of vacuum oil refining

Designation: 1, 6, 9, 11, 13 heating or cooling, 2-interphase mass exchange, 3-changing state of aggregation, 4,8,10,12,14-separation, 5-association, chemical transformation 7-, 8-, separation, heavy fuel oil 18, 19 heat, light gas oil 15, 16 - vacuum gas oil, 17 - asphaltum 20 - water vapor 21 light gas oil and oil, 22 - water vapor 23 - condensate (oil and water).

From the Operator schemes of vacuum oil refining can be see what processes proceed in complex chemical and technological systems. These systems represent a set of apparatus and machines, combined into a single production complex for production.

The main method of research of technological processes is mathematical modeling, which will help to develop a mathematical description of the model and the processes and their application to calculate and optimize the entire refining system. Preparation of raw materials, including sequential reactors, stoves, heat exchangers, trays of the column, condenser, refrigerators influences to the increase release of desired products. To reduce the irreversible loss in the process, and a description of the process may be use the imitating modeling methodology. One of the most perspective options for the formal description and analysis imitating models is to use the methodology of Petri nets [5]. Petri nets theory is a mathematical tool designed to work with parallel and asynchronous systems, which include the oil refineries. According to determine the Petri net is a set of objects  $\Pi = \langle P, T, I, O, \mu \rangle$ , where  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  - finite set of positions;  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$  is a finite set of transitions;  $I$  - input function of transitions;  $O$  output function of transitions;  $\mu$  vector of Petri net marking [6].

By using Petri nets can describe the full vacuum oil processing system:



**Fig. 2.** Petri nets which are modeled the operator scheme of vacuum oil processing

Based on the algorithms were developed in the, were constructed corresponding model of technological process a model of vacuum processing of oil realized in the Petri net contains 17 positions and 10 transitions. Transitions reflect the actions occurring in the system, and the position - the state preceding this action, and the state adopted the system after the action. Analysis of the results of modeling enables to determine in the what conditions the system remained. In this system, elements of the set of transitions P is following events:

p1-flow of fuel oil in the furnace; p2, p3, p4 - flow to the vacuum plates; p6, p7, p8-flow to the heat exchangers; p9, p10, p11 - flow on the refrigerator; p5 - flow of gas and water and oil to the plate; p12-flow and mixing in the refrigerator; p13- flow of gas, p14 - flow of oil; p15, p16, p17 - flow various liquids to the sumps. The elements of the set positions T is the technological operations: t1 - fuel oil processed in a vacuum, according to temperature divided into plates, t2-irrigation; t3, t4, t5-processing in the heat exchanger; t6, t7, t8 - cooling in the refrigerator and divide by asphaltum, wide gas oil, a solarium, t9 - mixing the mixture, t10 - cooling and dividing of mixture.

Using Petri nets visually displays the simulated process and facilitates the process of development. As well as helping to evaluate the processing of oil and its sequence of action.

**Conclusion.** Today, modeling is a prospective method of identify ways to optimize every of the technological process. Imitating modeling of manufacturing processes allows to reduce time development of technological documentation, to reduce manufacturing costs, to make an optimal choice of equipment and to improve productivity. The use of the device Petri nets allows to create modeling environment and describe the basic parameters of the manufacturing process. Imitating modeling on the basis Petri nets allows without the use complex mathematical tools to create a model of any technological process, and with its help to identify the key factors affecting to the quality, performance and price of of output products.

#### REFERENCES

- [1] Wu, N.Q.; Chu, F.; Chu, C.B.; Zhou, M.C. Hybrid Petri net modeling and schedulability analysis of high fusion point oil transportation under tank grouping strategy for crude oil operations in refinery. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C* 2010, 40, 159–175
- [2] B.S.Zhirnov, N. G.Evdokimova. Primary oil refining: Textbook /- Ufa, 2005. - 167 p.
- [3] N. Wu, M. Zhou and F. Chu, "A Petri Net-Based Heuristic Algorithm for Realizability of Target Refining Schedule for Oil Refinery," in *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 5, no. 4, pp. 661-676, Oct. 2008.
- [4] Petri nets theory and modeling systems: Trans. from English. / J. Peterson. - M : Mir, 1984. - 264 p.
- [5] AL-Hajri, Mazin & Rossiter, John. (2010). Industrial oil producing stations: Modeling and analysis using petri nets and intelligent schemes. Conference on Control and Fault-Tolerant Systems, SysTol'10 - Final Program and Book of Abstracts. 404 - 411. 10.1109/SYSTOL.2010.5676022.
- [6] An, Y.; Wu, N.; Hon, C.T.; Li, Z. Scheduling of Crude Oil Operations in Refinery without Sufficient Charging Tanks Using Petri Nets. *Appl. Sci.* 2017, 7, 564.

Жукабаева Т., Жумабаева Л., Абдилдаева А.

**Совершенствование технологии первичной переработки нефти с использованием сетей Петри**

**Резюме.** Данная статья посвящена технологиям первичной переработки нефти с использованием сетей Петри. Сегодня моделирование является перспективным методом для определения путей оптимизации каждого процесса. Моделирование производственных процессов позволяет сократить сроки разработки технологической документации, снизить себестоимость продукции, сделать оптимальный выбор оборудования и повысить производительность труда. Использование устройства сетей Петри позволяет создать среду моделирования и описать основные параметры производственного процесса. Имитационное моделирование на основе сетей Петри позволяет создать модель любого технологического процесса без использования сложных математических средств, а с ее помощью выявить ключевые факторы, влияющие на качество, производительность и цену выпускаемой продукции.

Жукабаева Т., Жумабаева Л., Абдилдаева А.

**Петри жөлілерін пайдалана отырып, мұнайды бастапқы өңдеу технологиясын жетілдіру**

**Түйіндеме.** Бұл мақала Петри жөлілерін пайдалана отырып, мұнайды бастапқы өңдеу технологияларына арналған. Бұгінде модельдеу әрбір үдерісті оңтайландыру жолдарын анықтау үшін перспективалы әдіс болып табылады. Өндірістік процестерді модельдеу Технологиялық құжаттаманы әзірлеу мерзімін қысқартуға, өнімнің өзіндік құнын төмөндөтуге, жабдықтың оңтайлы таңдауын жасауға және еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Құрылғыны Петри жөлілерін құруға мүмкіндік береді ортаны модельдеу және сипаттау негізгі параметрлері өндірістік процесс. Петри жөлілері негізінде Имитациялық модельдеу күрделі математикалық құралдарды пайдаланбай кез келген технологиялық процестің моделін жасауға, ал оның қомегімен шыгарылатын өнімнің сапасына, өнімділігіне және бағасына әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік береді.

УДК: 004.056.5

**M.B. Kapan, Zh.K. Shortanbaeva**

(Kazakh National University Al-Farabi,

Almaty, Kazakhstan. E-mail: madina.kapan@mail.ru)

**IMPLEMENTATION OF STRATEGIC PLANNING TO ENSURE  
COMPETITIVENESS OF SMALL ENTERPRISES IN KAZAKHSTAN**

**Abstract.** The main topic of the article is the problem of managing small and medium enterprises in Kazakhstan, to their development methods and strategy development. In modern economic conditions, the competitiveness of an enterprise can be ensured only with a clear strategy. In Kazakhstan, the introduction of strategic planning in small and medium-sized enterprises is not widespread, however, the growth of market relations, increased competition make this process more and more relevant. Yet, even with wide coverage in the scientific literature and business journals' articles the problem of managing the development of enterprises is still not fully resolved. The purpose of the study was to estimate the condition of small enterprises in Kazakhstan, as well as to assess the benefits of strategic planning and the need to introduce quality management system tools.

**Keywords:** quality management system tools, strategic planning, small enterprises, SWOT analysis, Statistics Committee of the Republic of Kazakhstan, small enterprises.

**М.Б. Капан, Ж.К. Шортанбаева**

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Email: madina.kapan@mail.ru)

**ВНЕДРЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме управления малыми и средними предприятиями в Казахстане, их методам развития и разработке стратегии. В современных условиях экономики, конкурентоспособность предприятия можно обеспечить лишь при наличии четкой стратегии. В РК стратегическое планирование на малых и средних предприятиях не актуально, тем не менее, конкуренция и рост рынка требует его введения [1]. Проблема управления развитием предприятий при широком освещении в научной литературе и статьях в журналах не является решенной в полной мере. Цель исследования заключается в оценке состояния малых предприятий в Казахстане, а также в оценке пользы стратегического планирования и необходимости введения инструментов системы менеджмента качества.

**Ключевые слова:** инструменты системы менеджмента качества, стратегическое планирование, малые предприятия, SWOT анализ, комитет статистики РК, малые предприятия.

В декабре 2012 г. в Послании Главы государства Казахстана народу страны была представлена Стратегия развития Республики Казахстан до 2050 года, где одной из 7 основных целей является «всесторонняя поддержка предпринимательства – ведущей силы национальной экономики».

Устойчивое экономического развитие и достижение высокого уровня жизнеобеспечения населения формируется за счет современного предпринимательства во всех сферах и отраслях производства, на каждом предприятии и в их объединениях. Благодаря развитому бизнес-сектору страны формируются не только новые направления промышленности, но и устанавливаются международные связи, что способствует выходу продукции на мировой рынок, а также ее импорту. Более того, благодаря малым и средним бизнес-предприятиям формируются новые рабочие места, что снижает уровень безработицы, но в то же время возникает вопрос, что же является причиной низкого процента предпринимателей (6% на март 2018 г.), и как нужно способствовать увеличению их числа, как поддержать процесс их развития в условиях современного рынка[1].

В октябре 2019 года Казахстан занял 28 место среди 190 стран по рейтингу составленным Мировым банком, раньше он занимал 36 место. Рейтинг составляется ежегодно, на основании 10 показателей отражающим благоприятность для открытия и поддержания бизнеса. Проведение Правительством ряда беспрецедентных кардинальных реформ по улучшению делового климата в стране является результатом вхождения Казахстана сегодня в топ-30 стран мирового рейтинга «Doing Business». Таким образом, по данным Всемирного банка, Казахстан опередил такие страны ОЭСР, как Испания (30 место), Франция (32), Польша (33), Португалия (34), Швейцария (38), Япония (39), Турция (43). Основной причиной такого улучшения послужило сокращение времени регистрации предприятия и упрощения условий ведения бизнеса. Однако до сих пор для основания даже малого предприятия необходимо собрать не одну дюжину документов[2].

Другим не менее важным фактором в предпринимательском направлении является устойчивость и развитие. Поддержка государства в этом отношении играет не последнюю роль [1].

В Казахстане поддержка со стороны государства только начинает набирать обороты, однако необходимы весомые изменения. Цель есть, но действий и результатов очень мало. Открытие собственного предприятия характеризуется постоянным наличием рисков, и не гарантирует стабильный доход, данный фактор является критичным для населения. Поддержка государства должна послужить отправной точкой и мотивировать население, не только на открытие, но и на развитие бизнеса [1].

Отсутствие стратегического планирования в предприятиях приводит ко многим проблемам. Некоторые предприятия не занимаются стратегическим планированием и управлением, другие компании занимаются стратегическим планированием, но не получают поддержки от менеджеров и сотрудников. В некоторых случаях руководители и сотрудники не получают достаточной поддержки от высшего руководства. Подобные причины и объясняют, почему некоторые компании не внедряют стратегическое планирование.

Многие владельцы малого и среднего бизнеса не имеют стратегического плана и не используют инструменты анализа: они думают, что подобное предназначено только для более крупных компаний, и что это не является приоритетом перед лицом более неотложных повседневных задач.

Однако без стратегии у предприятия нет направления, в котором он должен быть успешным, и без инструментов СМК у предприятия нет стабильного процесса удаления изъянов и четкого свода действий. По данным комитета статистики РК общее количество малых предприятий на ноябрь 2019 года составляет 1 178 227. Распределения по областям выглядит следующим образом:

По данным Рисунок 1, наиболее благоприятная область для открытия малого и среднего бизнеса является Алматинская, тогда как г. Алматы является эпицентром открытия малого и среднего бизнеса по всему Казахстану, а вот наименьшая тенденция к этому наблюдается в Северо-Казахстанской области. Связано это со множеством факторов таких как: инфраструктура, климат, количество населения, направленность спроса на рынке, социальное положение населения, не стоит забывать также о том, что в Алматы располагается один из крупнейших рынков в СНГ, что также служит причиной открытия малого и среднего бизнеса [3].

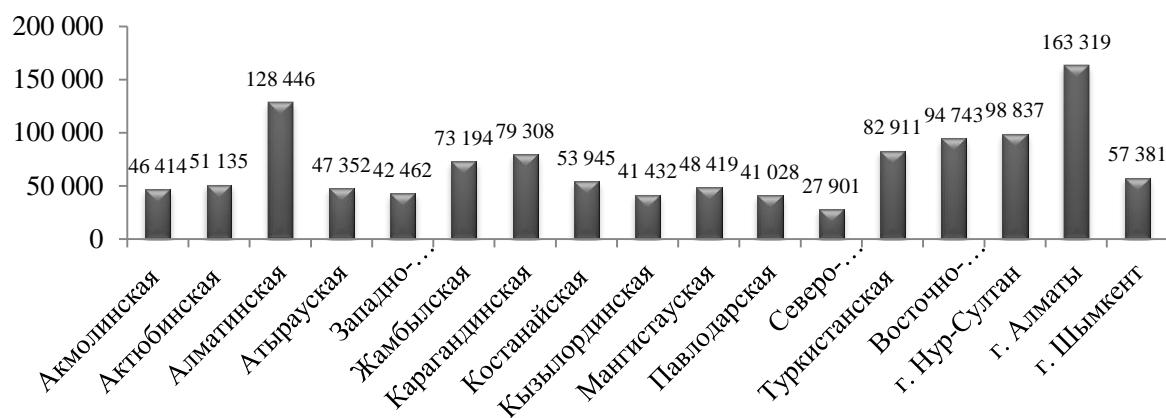


Рис. 1. Количество малых предприятий в РК на ноябрь 2019 г.

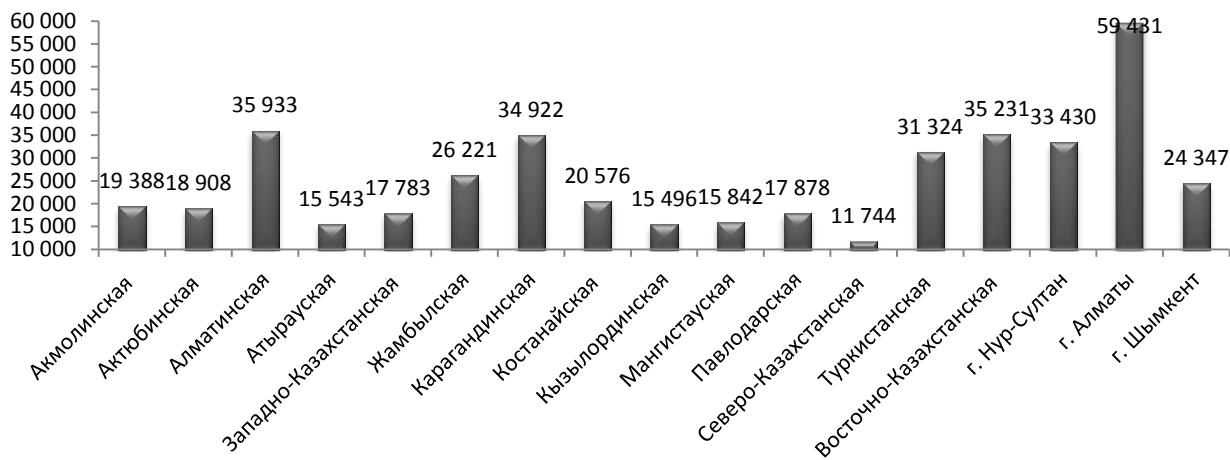


Рис. 2. Количество малых предприятий в области; оптовая и розничной торговли; ремонта автомобилей и мотоциклов в РК на ноябрь 2019 г.

Согласно Рисунку 2 наибольшее количество малых предприятий приходится на отрасли торговли, ремонта автомобилей и мотоциклов в общем количестве составляющее 433 997 единиц, наибольшее сосредоточение приходится опять-таки на город Алматы в связи с наличием выше упомянутого рынка. Наименьшее количество наблюдается в Северо-Казахстанской области. Стоит отметить, что данный регион является одним из самых бедных, с 5.1% бедности на сентябрь 2019 года [3].

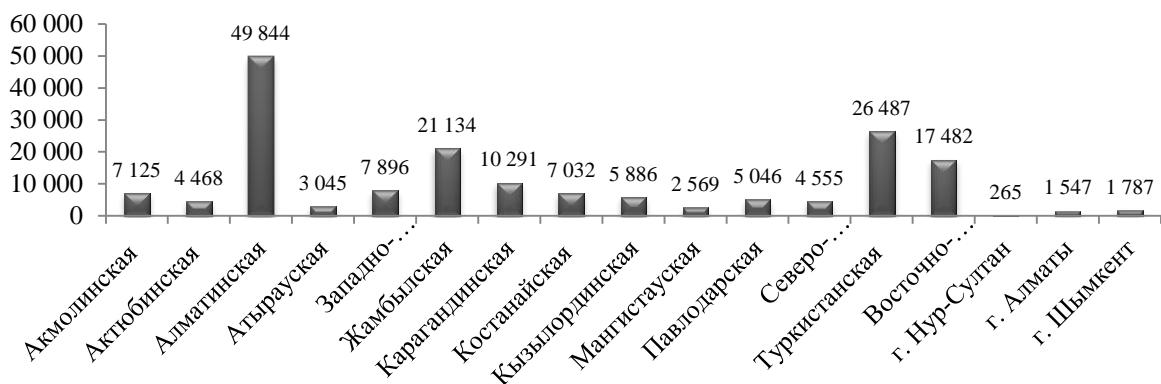


Рис. 3. Количество малых предприятий сельской, лесной и рыбной отрасли в РК на ноябрь 2019 г.

На втором месте по количеству малых предприятий находится сельская, лесная и рыбная отрасли с общим количеством 176 459 единиц. Объект изучения - молочная отрасль приходится именно в

данную категорию. Молочная отрасль наиболее распространена именно в Алматинской области, именно тут и действует наибольшее количество малых предприятий в сельской, лесной и рыбной отрасли. В столице же наблюдается наименьшее сосредоточение.

Таким образом, малые предприятия имеют большое распространение, по всему Казахстану отражая не только направленность региона, но и его экономически-социальную сторону. Резкий контраст виден между южным и северными регионами страны. Все дело в том, что открытие малого и среднего бизнеса в данных регионах носит благоприятный характер, в связи с большим спросом и созданными условиями. Тем не менее, при крахе или кризисе предприятия, стоит учитывать менталитет народа. В Казахстане в 2018 и 2019 годах было открыто около 800 тысяч малых предприятий и в тоже время закрылось около 600 тысяч. Причина кроется в нетерпимости - отсутствие спроса для владельцев является знаком о необходимой смене направления, и закрыв одно предприятие, сразу же открывают новое, которое вероятно постигнет участь предыдущего.

В данном случае можно обратиться к истории. Примером могут послужить такие компании как Avon и Panasonic.

В 1929-1939 годы был глубочайший мировой экономический кризис, однако для компании Avon это было возможностью себя зарекомендовать. Их косметическая продукция начала пользоваться популярностью в связи с еще более низкой ценой и приемлемым качеством, что в период кризиса для дам было невероятно оптимальным решением.

Компанией Panasonic на период кризиса тогда еще управлял сам ее основатель -Коносuke Мацусита, для себя приоритетом он поставил не прибыль предприятия, а своих сотрудников. Ни один из них не был уволен и никому не урезали зарплату. Решением стало сокращение производства вдвое и распродажа отныне преданными работниками продукции хранившейся на складе.

Таким образом, не стоит при столкновении с трудностями сдаваться и объявлять предприятие банкротом. Стоит искать всевозможные решения, и даже возможно попробовать выиграть в сложившейся ситуации.

Именно стратегический план помогает уточнить, на каком этапе находится предприятие, с какими ресурсами, навыками или активами имеет дело, какие цели ставить и в каком направлении двигаться, он помогает рассмотреть тщательнее возможные решения и предупредить возникновение проблем и трудностей. Время, затрачиваемое на создание этого плана, также поможет, когда придет время договариваться, получать кредиты или для других возможностей в будущем.

#### **Стратегическое планирование задает ритм предприятию**

Видение. Четко сформулированное видение сотрудников и клиентов, является одной из основополагающих. Краткое описание услуг предоставляемых в настоящее время и общих цели, имеет важное значение. Видение определяет основные ценности предприятия, и порой является ответом на все вопросы.

Ответственность. Обязанности являются частью маркетинговых и операционных аспектов плана. Знание целей, как их достичь, какие задачи необходимо поставить и решить позволяет рассматривать все детали в корне.

Определение позиций персонала привлечет их к ответственности. Если же персонал в малом количестве или отсутствует вообще, то необходимо составить список действий и инструкций. По мере роста предприятия эти списки будут помогать, и определять, какие должности или должностные обязанности понадобятся руководителю.

Владельцам бизнеса, у которых есть персонал, стоит приложить усилия, чтобы каждый член команды чувствовал, что он играет определенную роль в развитии общего дела. Поделитесь с ними своим видением и своей ролью в достижении. Создание среды, которая поощряет владение успехами вашего бизнеса, создаст более сильную команду.

SWOT. Сильные и слабые стороны, возможности, угрозы являются важными аспектами предприятия. Составление этого списка помогает определить места, в которых есть прогресс, и места, где наблюдается отставание. Помня об этом и регулярно обращаясь к ним, руководители буквально исключают любые ошибки. Знание того, выполняется хорошо и как можно улучшить это процесс, дает общее представление о том, как организация должна решать проблемы. Кроме того, выявление возможностей в нише рынка и вероятных угроз конкурентов поможет ориентироваться на рынке и выработать план действий, как нужно действовать в дальнейшем.

Открытость. Адаптация к изменениям - огромная часть планирования для малого и среднего бизнеса. Стратегический план является основополагающим элементом и, вероятно, потребует обновления по мере изменения ситуации. Необходимо регулярно убеждаться в том, что происходят

оценивание и корректировка стратегического плана в зависимости от того, в каком направлении движется предприятие. Руководителю и команде нужно будет время от времени собираться вместе, чтобы изменить свой подход, и это невероятно важно для реализации успешного стратегического плана. Отмечать победы также важно, но и понимать, что план потребует пересмотра, чтобы помочь предприятие могло расти [5].

#### **Преимущества стратегического планирования**

Есть преимущества стратегического планирования, в том числе следующие:

- Совмещение целей отдела или проекта с более крупными бизнес-целями;
- Обеспечение прямого общения с членами команды, заинтересованными сторонами или клиентами;
- Четкое определение видения и миссии организации;
- Обеспечения ясности в отношении того, как бороться с внутренними или внешними изменениями среды.

#### **Структура стратегического плана**

Один из методов стратегического планирования состоит в том, что он позволяет выявить любые разрывы между текущим состоянием и желаемым будущим состоянием, а затем диктует, как устранить эти разрывы - как добраться от начальной точки, до того места, где компания хотела бы себя видеть. Для этого принимаются во внимание различные факторы для выработки эффективного плана. Необходимо выделить некоторые из элементов, часто включаемых в стратегический план [6].

Вступительное заявление: здесь должно содержаться краткое описание, почему был разработан стратегический план и на какой период времени, нужно указать разработчиков плана.

Исходное заявление. В этом разделе может быть представлена информация об организации, например, история, структура управления и вспомогательные партнеры или агентства. В качестве альтернативы можно использовать этот раздел в качестве краткого бизнес-заявления для краткой характеристики предприятия.

Организационная структура. Эту информацию необходимо учесть, если необходимо оценить, как функционирует и структурируется организация, от совета директоров до персонала.

Ценности - это принципы, которых придерживается организация. Многие компании создают основные ценностные заявления, чтобы направлять культуру компании.

Миссия описывает цель бизнеса или организации. Это отличается от заявления о видении, потому, что это не запланированная цель на будущее.

Постановка проблемы: некоторые планы включают в себя постановку проблемы, в которой могут быть изложены ключевые или отдельные проблемы, которые необходимо решить.

Цели. Как указывалось, ранее, стратегический план может включать как долгосрочные, так и краткосрочные (то есть ежемесячные или квартальные) цели. Цели должны быть измеримыми и разбиты на действенные этапы, а план действий для каждой цели должен указывать, кто отвечает за реализацию стратегии, график начала и окончания действия, и как будет оцениваться результат.

Оценка. Методы оценки должны быть изложены в стратегическом плане. Это может включать отслеживание ключевых показателей эффективности и документирование хода действий на постоянной основе.

Резюме: это итоговое резюме помогает сотрудникам, инвесторам или другим читателям быстро понять ваш план.

Независимо от того, над каким стратегическим планом идет разработка, использование шаблона обеспечивает простой и быстрый план для организации процесса.

Стратегическое планирование для малого и среднего бизнеса не должно быть таким трудоемким или детальным, как планирование для большой компании, но план должен точно определить, что является главными целями и каким образом планируется их осуществление [6].

Процесс стратегического планирования, рассматривает следующие восемь этапов:

1. Устранение отвлекающих факторов. Стратегическое планирование часто оттесняется более неотложными ежедневными делами. Необходимо отдельно заняться его составлением, не взирая на остальные задачи.

2. Вовлечение персонала. Стратегический план будет сильнее, если он будет включать в себя несколько точек зрения, и вовлечение членов команды на раннем этапе приведет к большей поддержке плана. Поощрение открытой дискуссии в процессе планирования, и учет того, что все ключевые люди находятся на борту с окончательным результатом, только поможет плану.

3. Осознание. Миссия, видение и ценности компании определяет направление для стратегического плана.

4.Понимание текущей ситуации. SWOT-анализ (сильные и слабые стороны, возможности, угрозы) - это хорошее упражнение, которое поможет прояснить текущую ситуацию, а также определить внутренние и внешние факторы, которые могут помочь или помешать в достижении ваших целей.

5. Установка как долгосрочных, так и краткосрочных целей. Нужно определить более долгосрочные стратегические цели (три или пять лет - это типичные временные рамки), а также более краткосрочные цели (то, чего вы хотите достичь в следующем году или раньше). Эти цели могут быть связаны с запуском новых продуктов или услуг, приобретением новых клиентов, выходом на новые рынки, повышением прибыльности, повышением узнаваемости вашей компании или чем-то еще, что важно для вашего бизнеса. Цели должны быть достаточно амбициозными, чтобы быть стимулирующими и вдохновляющими, но не недостижимыми.

6. Создание самого плана для достижения целей. После того определения целей, необходимо выбирать стратегии и тактики, которые будут использоваться для их достижения. Нужно будет определить ресурсы, необходимые для реализации стратегий, такие как персонал, поставщики, оборудование, оборудование, инвентарь и т.д., а также связанные с этим расходы и влияние на доходы. Если понадобится дополнительное финансирование, необходимо заранее знать источники кредита.

7. Сосредоточение на исполнении. Тщательно продуманный план, который в конечном итоге куда-то спрятан, приносит мало пользы. Стратегически план должен включать план действий с конкретными задачами, обязанностями и сроками, и члены команды должны будут нести ответственность за достижение результатов перед самими собой и друг другом.

8. Гибкость плана. Зацикливание на деталях плана не то, для чего был создан стратегический план, необходимо своевременно реагировать на меняющиеся рыночные условия. Проворство - одно из ключевых преимуществ малого и среднего бизнеса в конкуренции с более крупными компаниями, поэтому готовность скорректировать стратегию и использовать новые возможности, если они хорошо соответствуют долгосрочным целям, является несомненным плюсом [8].

Каким бы ни был размер компании и какой бы ни была отрасль, стратегический план может обеспечить направление для принятия решений по мере роста, держать на пути к достижению долгосрочных целей и будет обеспечивать функционирование бизнеса в соответствии с миссией компании, видением и ценностями.

При открытии или ведении предприятия, наличие «карты» очень важно для будущего. Процесс не всегда может идти в соответствии с планом, но если потратить время на то, чтобы уточнить, «цель поездки», и как туда добраться, всегда будут основа и стабильные условия для работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Капан М.Б, Шортанбаева Ж.К. Перспективы развития предпринимательства в Республике Казахстан // Сборник тезисов: VI Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» — Алматы, 2019. — С. 335.
- [2] Всемирный банк. // Доклад «Doing Business 2018: Понимание регулирования деятельности малых и средних предприятий» 2018. № 1 С. 2-34.
- [3] Министерство национальной экономики Республики Казахстан Комитет статистики. Статистика предприятий. [Электронный ресурс] URL:<http://stat.gov.kz/official/industry/13/statistic/6> (дата обращения 10.10.2019).
- [4] Жангирова Р.Н. Перспективы предпринимательства в Казахстане // Вестник КазНУ. 2015. С. 7-9.
- [5] Спендер Дж. К. Бизнес-стратегия: управление неопределенностью, возможностями и предприятиями // Oxford University Press. 2014. С. 114-119.
- [6] Румельт. Р. Хорошая стратегия/плохая стратегия: разница и почему она важна. Ситгентс.2011. С. 242-246.
- [7] Меркулова, Ю.В. Ситуационно - стратегическое планирование в экономике // Экономика. 2015. С. 368-369.
- [8] Аналоуи Ф., Карами А. Стратегический менеджмент малых и средних предприятий // Москва Юнити. 2005. С. 65-66.
- [9] Кирнэн М. Обновляйся или умри. Как создать конкурентоспособную компанию XXI века // Крылов. 2004. С. 38-39.
- [10] Гербер М. Менеджер: почему не работает менеджмент и что с этим делать, HarperBusiness. 2004. С. 5-48.
- [11] Жунисова Л.Р. Развитие и поддержка малого бизнеса в Республике Казахстан // Вестник КазНУ. 2012. URL: <https://articlekz.com/article/8313> (дата обращения 16.10.19).
- [12] Алексеев В.С., Алексеев В.С., Макарченко М.А. Управление инновационной деятельностью в малом бизнесе // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2014.№ 1.
- [13] Храмцова Н.А., Ахматова А.А. Теоретические основы управления инновационной деятельностью предприятия // Стратегии бизнеса. 2018. 10 (58). С. 16–23.
- [14] Гапоненко А.Л., Панкрухин А.П. Стратегическое управление // Омега-Л. 2008. С.464.
- [15] Егоршин, А. П. Стратегический менеджмент // НИМБ. 2017. С. 593-594.

**М. Т. Toktamyssova<sup>1,2\*</sup>, Y. Ussenov<sup>1,2</sup>, M. K. Dosbolayev<sup>1</sup>, M. T. Gabdullin<sup>1,4</sup>,  
T. T. Daniyarov<sup>2</sup>, T. S. Ramazanov<sup>1,3</sup>**

(<sup>1</sup>NNLOT, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, <sup>2</sup>Institute of Applied Science and Information Technologies, Almaty, Kazakhstan, <sup>3</sup>IETP, Al-Farabi Kazakh National University, Al-Farabi av.71, Almaty, Kazakhstan, <sup>4</sup>Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan.

\*E-mail: mt3438@nyu.edu)

## SYNTHESIS OF THIN FILMS BY A LOW-TEMPERATURE ATMOSPHERIC-PRESSURE PLASMA

**Abstract** This study discloses a method for producing thin films of CuO by combining atmospheric pressure plasma jet with spark discharge. Copper electrodes serve as a solid precursor: copper material undergo melting and vaporization processes under the action of a spark discharge. Vaporized atoms picked up by a helium flow fall into the dielectric barrier discharge zone, where they collide, form larger particles and deposit on the surface of a silicon substrate. The experiments were carried out under various conditions of experimental setup. The material coated on the substrate was studied using a scanning electron microscope. The characteristics of the setup and plasma, such as optical emission spectroscopy and temperature of substrate were also measured.

**Key words:** low-temperature atmospheric-pressure plasma, dielectric barrier discharge, spark discharge, thin film deposition

**М.Т. Токтамысова<sup>1,2\*</sup>, Е.А. Усенов<sup>1,2</sup>, М.К. Досбалаев<sup>1</sup>, М.Т. Габдуллин<sup>1,4</sup>,  
Т.Т. Данияров<sup>2</sup>, Т.С. Рамазанов<sup>1,3</sup>**

(<sup>1</sup>ННЛОТ, Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Институт прикладных наук и информационных технологий, Алматы, Казахстан,

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики, Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

<sup>4</sup>Казахстанско-Британский Технический Университет, Алматы, Казахстан) mt3438@nyu.edu

## ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

**Аннотация.** Это исследование раскрывает способ получения тонких пленок CuO с помощью комбинированного разряда - объединения диэлектрического барьерного разряда (ДБР) плазменной струи атмосферного давления с искровым разрядом. В этих сериях экспериментов медный материал электродов искрового разряда играет роль прекурсора. Материал меди проходит через физические процессы плавления, испарения и дальнейшей агломерации и конденсации на подложке. Диэлектрический барьерный разряд усиливает действие искрового разряда для получения тонких пленок. Эксперименты проводились при различных режимах экспериментальной установки. Нанесенный на подложку материал был исследован с помощью сканирующего электронного микроскопа. Также были измерены характеристики установки и плазмы, такие как спектр оптического излучения плазмы и температура подложки.

**Ключевые слова:** низкотемпературная плазма атмосферного давления, диэлектрический барьерный разряд, искровой разряд, синтез тонких пленок

### Введение

По сравнению с технологической плазмой низкого и высокого давления, для генерации которой требуются специализированные камеры и насосы, плазма атмосферного давления не требует дорогостоящего оборудования для создания и поддержания определенного внешнего давления. Этот фактор значительно снижает стоимость плазменного оборудования и одновременно повышает его надежность [1]. Плазма атмосферного давления нашла наибольшее применение в поверхностной активации и модификации материалов [2,3]. Активные компоненты плазмы могут изменить химический состав материала и удалить загрязнения с поверхности. Такие свойства плазмы используются для улучшения адгезии и смачиваемости материалов [4]. Плазма атмосферного давления для синтеза наноматериалов была изучена и представляет большой интерес для промышленности из-за возможности широкого использования [5-8]. Газофазный синтез наночастиц из газовых или испаренных прекурсоров был осуществлен с помощью установки плазмы атмосферного давления [9-11]. Зарождение наночастиц было достигнуто путем сочетания нетепловой плазмы атмосферного давления с жидкостями, такими как вода и этанол [12, 13]. Осаджение полимерной пленки проводили с использованием атмосферной плазменной струи, работающей в смеси аргона, воздуха и ацетилена

[14]. Плазменное химическое осаждение из газовой фазы (PECVD) представляет собой CVD-процесс, в котором для повышения скорости реакции прекурсоров используется плазма [15, 16]. Равномерное плотное покрытие было получено путем химического осаждения из паровой фазы при атмосферном давлении (AP-PECVD) [17]. Плазменный метод химического осаждения из паровой фазы также может быть использован с комбинацией распыленного предшественника (аэрозоля). В большинстве упомянутых случаях используется высокотемпературная плазма. Прогресс в улучшении источников плазмы атмосферного давления, например использование диэлектрического барьера разряда, позволяет получать частицы при низких температурах и атмосферном давлении. Другой недостаток перечисленных методов в том, что они являются химическими методами. Минусы химических методов известны: дорогие и ядовитые прекурсоры, возможность загрязнения продуктов, процедуры последующей обработки.

Методы для получения тонких пленок включают в себя химические процессы разложения металлоксодержащих прекурсоров, как упоминалось ранее, или физический процесс испарения с последующей конденсацией. Предпочтительнее использовать физические процессы испарения и конденсации на основе плазмы. Подход испарения и конденсации позволяет дешево получать высокоочищенные металлические тонкие пленки из доступных металлических материалов. Следует отметить, что физические процессы испарения и конденсации уже используются учеными для создания металлоксодержащих нанопленок. Использование искрового, дугового разряда, лазерной абляции и магнетронного распыления позволяют получать нанопленки "чистым путем", без химических реакций. Однако методы искрового и дугового разрядов нагревают подложку до высоких температур. Низкая скорость осаждения, температура в камере, как и стоимость установки являются основными недостатками магнетронного распыления. Существенным недостатком метода лазерной абляции является низкий коэффициент использования материала мишени, поскольку его интенсивное испарение происходит из узкой зоны эрозии, определяемой размером фокального пятна, и вследствие этого небольшая площадь осаждения ( $\sim 10\text{cm}^2$ ). Ученые из Румынии осаждали нанопленки на подложку непосредственно из медного электрода с помощью низкотемпературной атмосферной плазмы, однако время осаждения составляло 60 мин [18]. Предлагаемый метод комбинированного разряда демонстрирует высокую степень осаждения уже при 5 минутах.

### Методы

Экспериментальная установка предназначена для объединения двух типов разрядов: ДБР плазменной струи атмосферного давления и искрового разряда. Часть установки, представляющая ДБР плазмы атмосферного давления состоит из цилиндрической кварцевой трубы, на которую намотаны две тонкие медные ленты, как показано на рис. 1. Эти две ленты служат в качестве электродов ДБР. Верхний электрод заземлен, а нижний электрод подключен к высоковольтному источнику питания. Длина кварцевой трубы 70 мм, наружный диаметр трубы 9 мм, внутренний диаметр 7 мм. Ширина каждого свернутого медного электрода составляет 6 мм. Расстояние между ними составляет 20 мм. В качестве рабочего плазмообразующего газа использовали инертный газ Гелий (с чистотой 99,8%). Объемный расход газа измеряется с помощью массового расходомера Bronkhorst и составляет  $Q = 5 \text{ л / мин}$  во всех экспериментах. Для питания плазменной струи атмосферного давления использовался высоковольтный синусоидальный генератор с частотой  $f = 27 \text{ кГц}$  и амплитудой напряжения  $U_{jet} = 8 \text{ кВ}$ .

Другая часть установки представлена системой с искровым разрядом. Искровой разряд генерируется между двумя заостренными медными электродами, которые припаяны в кварцевую трубку напротив друг друга на 7 мм выше электродов диэлектрического барьера разряда. Диаметр электродов искрового разряда составляет 1 мм. Расстояние между ними составляет 2 мм. Искровой разряд генерировался с помощью импульсного источника постоянного тока, собранного вручную. Амплитуда импульса напряжения составляет  $U_{spark} = 4,2 \text{ кВ}$ , а частота  $f = 60 \text{ Гц}$ . Импульсы создаются путем зарядки и разрядки конденсатора с емкостью  $C = 0,5 \text{ мкФ}$  и номинальным напряжением 10 кВ.

Температура подложки постоянно измерялась с помощью стандартного пирометра. Материал был нанесен на поверхность кремниевой подложки.

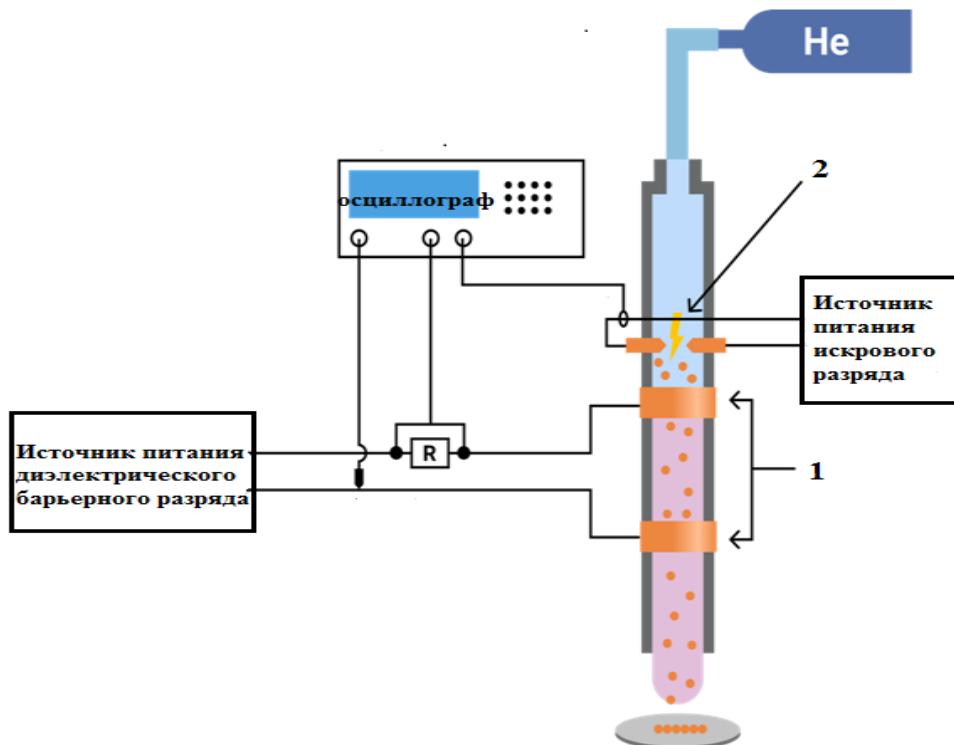


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Состав плазмы определяли методом оптической эмиссионной спектроскопии (ОЭС). Спектры измерялись в разных зонах и при разных условиях. Во-первых, спектры излучения плазмы были измерены для ДБР при включенном и выключенном искровом разряде. На этапе выключения искрового разряда ОЭС показал стандартные спектры, соответствующие плазменной струе, работающей на гелие (Рис. 2а). Затем те же измерения были повторены с включенным источником искрового разряда. Атомные линии Cu были обнаружены при 240,3, 465,1, 510,5 и 515,3 нм из-за того, что заостренные медные электроды подвергались процессам испарения и плавления под воздействием искрового разряда (Рис. 2б). Во-вторых, область плазменной струи на выходе из ДБР была исследована с помощью ОЭС. Измерения также проводились с искровым разрядом и без него. Спектральные пики меди не обнаружены при обоих условиях. Это можно объяснить следующим образом: испарившиеся атомы меди, движущиеся в направлении потока гелия, сталкиваются друг с другом, образуют кластеры, и на выходе из зоны ДБР эти кластеры быстро охлаждаются, смешиваются с воздухом и больше не излучают спектр.

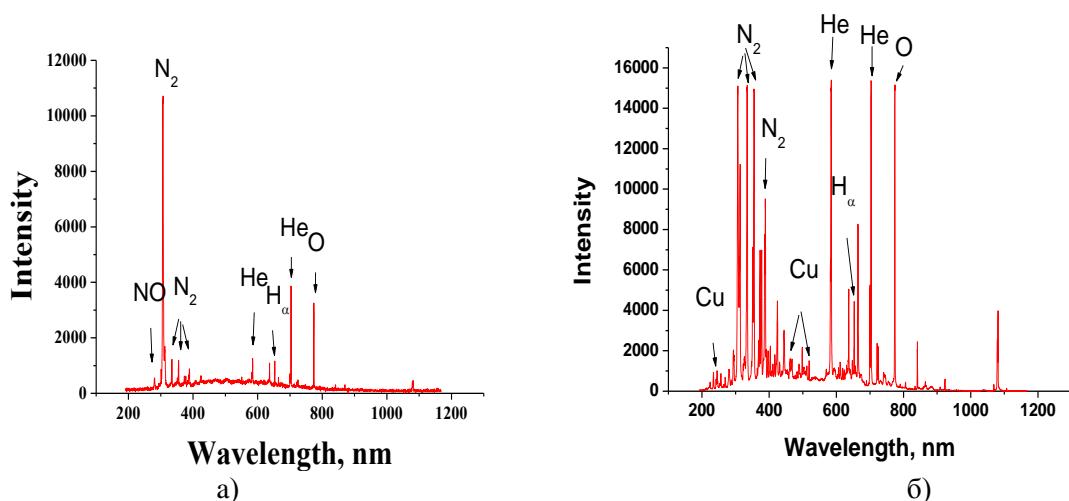
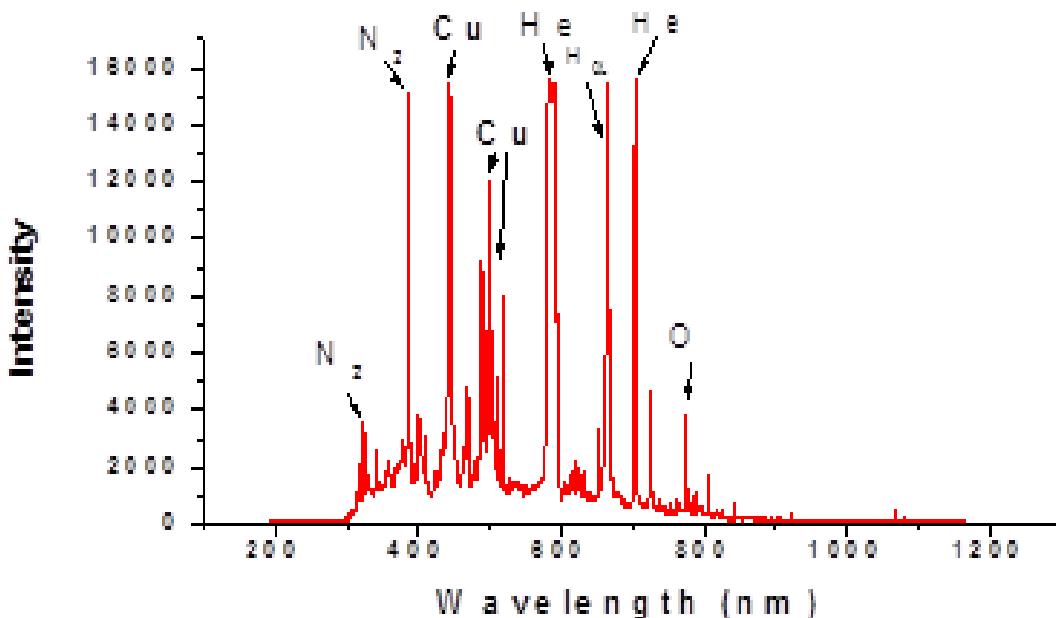


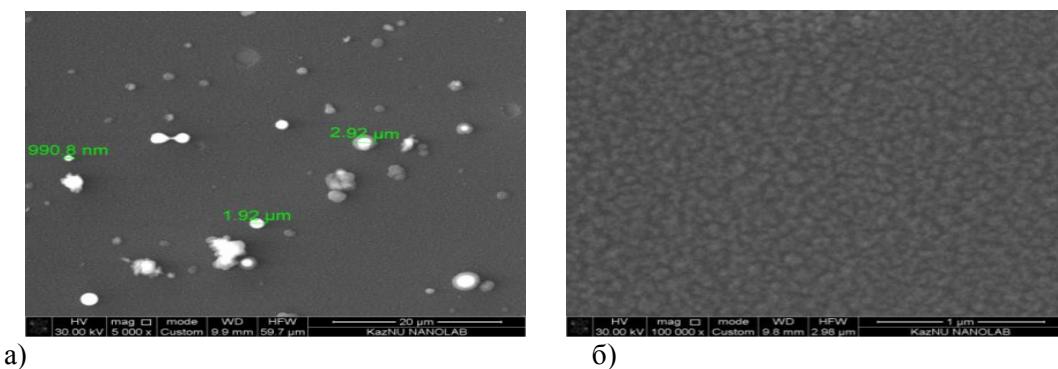
Рис. 2. ОЭС плазмы в области ДБР (без искрового разряда (а) и с искровым (б)).

Наконец, спектр излучения плазмы был получен в зоне искрового разряда. Эта область инспектировалась только при рабочем режиме искрового разряда потому, что нецелесообразно исследовать эту область, когда искровой разряд выключен (Рис. 3). Пики меди являются наиболее очевидными для этой зоны, потому что в этой области испарившиеся атомы меди все еще находятся в возбужденном состоянии.

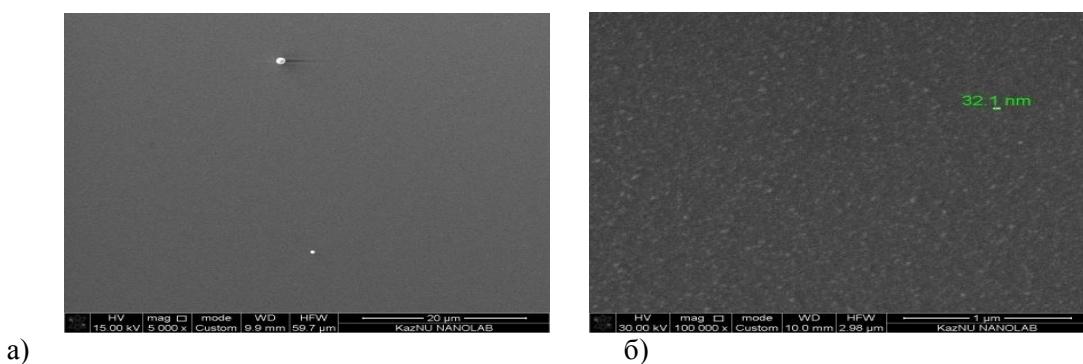


**Рис. 3.** Спектр ОЭС, измеренный в зоне искрового разряда.

Морфологию полученных пленок анализировали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Все процессы осаждения проводились при одинаковой скорости потока Не (5 л / мин). Время осаждения равно 5 мин. Эксперименты проводились при работе комбинированного разряда, а также при отдельной работе каждого из разрядов: искрового разряда и ДБР. Напыление подложки каждым из разрядов проводилось для того, чтобы сравнить осаждения комбинированного разряда и отдельно искрового и ДБР. На основании данных СЭМ можно сделать вывод, что лучше всего комбинировать ДБР с искровым разрядом для получения более плотных тонких пленок CuO (Рис. 4). Диэлектрический барьерный разряд (ДБР) самостоятельно не может напылить какой -либо материал, так как в этом случае нет прекурсоров. Гелий просто ионизируется в кварцевой трубке в зоне ДБР и плазменная струя выходит из трубки. При работе искрового разряда наблюдаются единичные нано- и микрометрические частицы, но тонкая пленка была обнаружена только при комбинировании двух разрядов (Рис. 5).

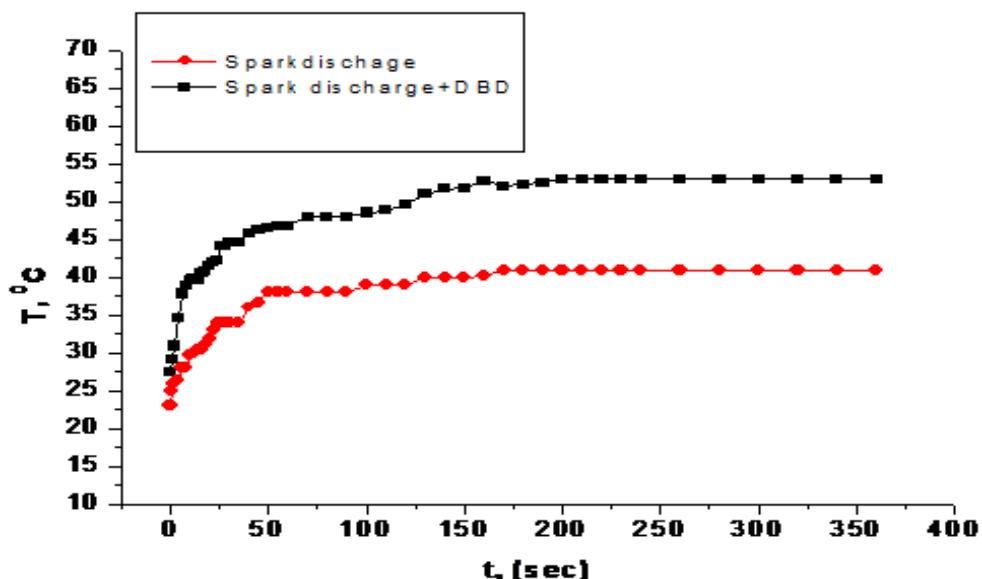


**Рис 4.** СЭМ изображения осажденных с помощью комбинированного разряда тонких пленок CuO на кремниевую подложку. а) увеличение в 5000 раз; б) увеличение - 100 000.



**Рис 5.** СЭМ изображения осажденных с помощью искрового разряда тонких пленок CuO на кремниевую подложку. а) увеличение в 5000 раз ;б) увеличение - 100 000.

Температура подложки постоянно измерялась на протяжении всех экспериментов с помощью стандартного пирометра. Максимальная зарегистрированная температура подложки составляла 55 градусов по Цельсию (Рис. 6). Этот факт демонстрирует, что комбинированный разряд может быть использован для синтеза материала на поверхности термочувствительных материалов, таких как полимеры, бумага, биологические материалы и т. д.



**Рис. 6.** Температура подложки при рабочем режиме искрового разряда (красная линия) и комбинированного разряда (черная линия)

### Обсуждение

В данной работе был представлен синтез тонких пленок CuO методом комбинирования ДБР плазмы атмосферного давления с искровым разрядом. Частицы меди осаждались на подложке путем локального испарения и плавления медных электродов. Диэлектрический барьерный разряд усиливает действие искрового разряда для получения тонких пленок. Оптическая эмиссионная спектроскопия в искровой и ДБР-зонах свидетельствует о наличии пиков меди. Такой прямой синтез помогает избежать использования ядовитых прекурсоров и высоких затрат, связанных с вакуумным оборудованием. Кроме того, этот метод является непрерывным, в то время как жидкие процессы обычно являются периодическими процессами. Метод комбинированного разряда подходит для использования в больших масштабах индустрии. Комбинированный разряд может быть использован при синтезе материалов на термочувствительных поверхностях. Вдобавок, этот метод позволяет использовать различные материалы: вместо меди можно использовать электроды из другого металла. Таким образом, метод имеет большой потенциал для будущих практических применений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mariotti, D., & Sankaran, R. M. Perspectives on atmospheric-pressure plasmas for nanofabrication // Journal of Physics D: Applied Physics. - 2011. - 44(17). - 174023.
- [2] Bárdos, L., & Baránková, H. Cold atmospheric plasma: Sources, processes, and applications // Thin Solid Films. - 2010. - 518(23). - 6705–6713.
- [3] Liston, E. M., Martinu, L., & Wertheimer, M. R. Plasma surface modification of polymers for improved adhesion: a critical review // Journal of Adhesion Science and Technology. - 1993. - 7(10). - 1091–1127.
- [4] Roth J. R. Industrial Plasma Engineering. - Vol. 2. - Institute of Physics Pub, 2001. - 658.
- [5] Laroussi, M., & Akan, T. Arc-Free Atmospheric Pressure Cold Plasma Jets: A Review // Plasma Processes and Polymers. - 2007. - 4(9). - 777–788.
- [6] Schutze, A., Jeong, J. Y., Babayan, S. E., Jaeyoung Park, Selwyn, G. S., & Hicks, R. F. The atmospheric-pressure plasma jet: a review and comparison to other plasma sources // IEEE Transactions on Plasma Science. - 1998. - 26(6). - 1685–1694.
- [7] Belmonte, T., Henrion, G., & Gries, T. Nonequilibrium Atmospheric Plasma Deposition // Journal of Thermal Spray Technology. - 2011. - 20(4). - 744–759.
- [8] Ricci Castro, A. H., Kodaira, F. V. P., Prysiazhnyi, V., Mota, R. P., & Kostov, K. G. Deposition of thin films using argon/acetylene atmospheric pressure plasma jet // Surface and Coatings Technology. - 2017. - 312. - 13–18.
- [9] Rao, N., Girshick, S., Heberlein, J., McMurry, P., Jones, S., Hansen, D., & Micheel, B. Nanoparticle formation using a plasma expansion process // Plasma Chemistry and Plasma Processing. - 1995. - 15(4). 581–606.
- [10] Shimizu, Y., Sasaki, T., Ito, T., Terashima, K., & Koshizaki, N. Fabrication of spherical carbon via UHF inductively coupled microplasma CVD // Journal of Physics D: Applied Physics. - 2003. - 36(23). - 2940–2944.
- [11] Zou, Q., Wang, M., Li, Y., & Zou, L. Synthesis of Carbon Nanomaterials by Atmospheric Pressure Microdischarge // Journal of Low Temperature Physics. - 2009. - 157(5-6). - 557–565.
- [12] Richmonds, C., & Sankaran, R. M. Plasma-liquid electrochemistry: Rapid synthesis of colloidal metal nanoparticles by microplasma reduction of aqueous cations // Applied Physics Letters. - 2008. - 93(13). - 131501.
- [13] Furusho, H., Kitano, K., Hamaguchi, S., & Nagasaki, Y. Preparation of Stable Water-Dispersible PEGylated Gold Nanoparticles Assisted by Nonequilibrium Atmospheric-Pressure Plasma Jets // Chemistry of Materials. - 2009. - 21(15). - 3526–3535.
- [14] Kodaira, F. V. P., Ricci Castro, A. H., Prysiazhnyi, V., Mota, R. P., Quade, A., & Kostov, K. G. Characterization of plasma polymerized HMDSN films deposited by atmospheric plasma jet // Surface and Coatings Technology. - 2017. - 312. - 117–122.
- [15] Sahu, B. B., Yin, Y. Y., Tsutsumi, T., Hori, M., & Han, J. G. The role of plasma chemistry on functional silicon nitride film properties deposited at low-temperature by mixing two frequency powers using PECVD // Physical Chemistry Chemical Physics. - 2016. - 18(18). - 13033–13044.
- [16] Kim, Y., Hatozaki, K., Hashimoto, Y., Uchida, G., Kamataki, K., Itagaki, N., Shiratani, M. High Amount Cluster Incorporation in Initial Si Film Deposition by SiH4Plasma Chemical Vapor Deposition // Japanese Journal of Applied Physics. - 2013. - 52(1S). - 01AD01.
- [17] Massines, F., Sarra-Bournet, C., Fanelli, F., Naudé, N., & Gherardi, N. Atmospheric Pressure Low Temperature Direct Plasma Technology: Status and Challenges for Thin Film Deposition // Plasma Processes and Polymers. - 2012. - 9(11-12). - 1041–1073.
- [18] Lazea-Stoyanova, A., Vlad, A., Vlaicu, A. M., Teodorescu, V. S., & Dinescu, G. Synthesis of Copper Particles by Non-thermal Atmospheric Pressure Plasma Jet // Plasma Processes and Polymers. - 2015. - 12(8). - 705–709.

Токтамысова М. Т., Усенов Е. А., Досбалаев М. К., Габдуллин М. Т., Данияров Т. Т., Рамазанов Т. С.

**Төмөн температуралы атмосфералық қысым плазмасын қолданып жұқа қабықтарды алу**

**Түйіндеме.** Бұл зерттеу ұшқын разрядын плазмалық ағынмен біріктіру арқылы жұқа CuO қабықшаларын шыгару туралы айтады.

**Түйінді сөздер:** төмөн температуралы атмосфералық қысым плазмасы, диэлектрлік тосқауыл, ұшқын разряды, жұқа қабықтың синтезі

**<sup>1</sup>A. Usmanova, <sup>2</sup>A. Bektemesov, <sup>3</sup>A. Amanbayev.**

<sup>(1)</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, E-mail: aseka\_usmanova@mail.ru,

<sup>2</sup>Turan University, Almaty, Kazakhstan E-mail: amanzhol.bektemessov@gmail.com),

<sup>3</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications (AUPET) named after G.Daukeeva,  
Almaty, Kazakhstan E-mail: abdr\_aman@mail.ru)

## EMBEDDED SYSTEM OF AUTOMATIC REAL-TIME OBJECT TRACKING

**Abstract.** This article discusses how to build a system that automatically checks an object in real time. This is devoted to developing practical methods of geolocation systems, based on experience with the software interface of HTML5 Geolocation. The results of the analysis capabilities with a user interface to these different webbrowsers. The results of the performance are analyzed and dissected for weaknesses, possible causes of systemic disorders are identified, and was found the ways of solving this issues. It was proposed to develop an embedded system to optimize the monitoring system in real time. Geolocation is the geographical location of a computer or mobile device that is associated with an Internet-based IP address, MAC (Media Access Control) address, software and hardware data or other information. Using HTML5 Geolocation provides practical guidelines for designing a geolocation architecture and provides all the methods used to determine coordinates.

**Key words:** HTML5, Geolocation, IP address, MAC(Media Access Control), issues, mobile device.

**<sup>1</sup>А.М. Усманова <sup>2</sup>А.Т. Бектемесов <sup>3</sup>А.А. Аманбаев.**

(<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы,  
E-mail: aseka\_usmanova@mail.ru, <sup>2</sup>«Туран» Университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы,  
E-mail: amanzhol.bektemessov@gmail.com, <sup>3</sup>Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы Энергетика және  
Байланыс Университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, E-mail: abdr\_aman@mail.ru)

## НЫСАНДЫ НАҚТЫ УАҚЫТ ЖҮЙЕСІНДЕ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ БАҚЫЛАУДЫҢ ЕҢДІРІЛГЕН ЖҮЙЕСІ

**Аннотация.** Мақалада нысанды нақты уақытта автоматты түрде бақылауды қамтамасыз ететін жүйені құрастыру қаралады. Жұмыс мүмкіндіктерін талдау нәтижелері көлтірілпі, кемшіліктер талданады, жүйелік бұзылулардың ықтимал себептерін анықтайды, оларды жою жолдарын айқындаиды. Нысанды нақты уақытта бақылау жүйесін онтайландыру мақсатында ендірілген жүйе құрастыру ұсынылды. HTML5 Geolocation қолданып, геолокациялық қосымшалардың архитектурасын жобалау бойынша практикалық ұсыныстар көлтірілген және координаттарды анықтау үшін қолданылатын барлық әдістер қарастырылған. Геолокация - интернетке қосылған IP-адресінен, MAC(Media Access Control) мекен-жайынан, бағдарламалық жасақтама мен аппараттық құралдарға енгізілген деректерден немесе басқа ақпаратпен байланысқан компьютердің немесе мобиЛЬДІ құрылғының географиялық орналасуы

**Кітт сөздер:** HTML5, геолокация, IP-адрес, MAC(Media Access Control), бағдарламалық жасақтама, аппараттық құралдар

### Kіріспе

Объектілердің нақты уақыттағы орналасуын қадағалау әрдайым ақпараттық жүйелерді дамытуда өзекті мәселелердің бірі болды. Бүгінгі күні көптеген міндеттерді шешу үшін және енгізу үшін бағдарламалық қамтамасыз етудің көптеген кітапханалары әзірленді.<sup>[1]</sup> Геолокация - интернетке қосылған IP-адресінен, MAC мекен-жайынан, бағдарламалық жасақтама мен аппараттық құралдарға енгізілген деректерден немесе басқа ақпаратпен байланысқан компьютердің немесе мобиЛЬДІ құрылғының географиялық орналасуы. Нысанды нақты уақыт жүйесінде автоматты түрде бақылау аймақтық сипаттамаларға тәуелді қызметтерді қамтамасыз ету үшін, нақты уақыт режимінде көлік жүйелеріндегі объектілердің қозғалысын қадағалау, маршруттарды құру және онтайлы жолдарды іздеңдер үшін қолданылады.<sup>[2]</sup>

Нысанды нақты уақыт жүйесінде бақылау жүйелеінің архитектуралак ерекшеліктері. Қазіргі заманғы геолокациялы бағдарламалық қамтамасыз ету үш деңгейдің компоненттерінің өзара әрекеті ретінде ұсынылуы мүмкін: деректер деңгейі, іскери-логика және көрсетілу деңгейі Деректер деңгейі

ақпаратты (дереккорды немесе XML форматындағы файлдар жиынтығын) жоғары деңгейдегі іскери-логикаға сақтау және қамтамасыз ету үшін пайдаланылады.

### Геолокация және оны қазіргі заманғы ақпараттық технологияларда қолдану

Геолокация аймақтық сипаттамаларға тәуелді қызметтерді қамтамасыз ету, көліктік жүйедегі нақты уақыт режимінде объектілердің қозғалысын қадағалау, маршруттарды құру және оңтайлы жолдарды іздестіру үшін пайдаланылады. Geo-location Google, Bing сияқты іздеу жүйелерінде кеңінен қолданылады. Олар пайдаланушылардың аймагына байланысты соңғы мақсатты алгоритмдерін пайдаланады.<sup>[3]</sup>

Ұялы телефон интернетінің даму кезінде геолокациялық қызметтер кең таралуда. Смартфонға қосымшаны іске қосу арқылы қоғамдық көліктердің бағыттары, кинотеатрлар сеансстары кестесі, ең жақын дүкендер мен мейрамханалар мен т.б. туралы ақпарат ала аласыз.

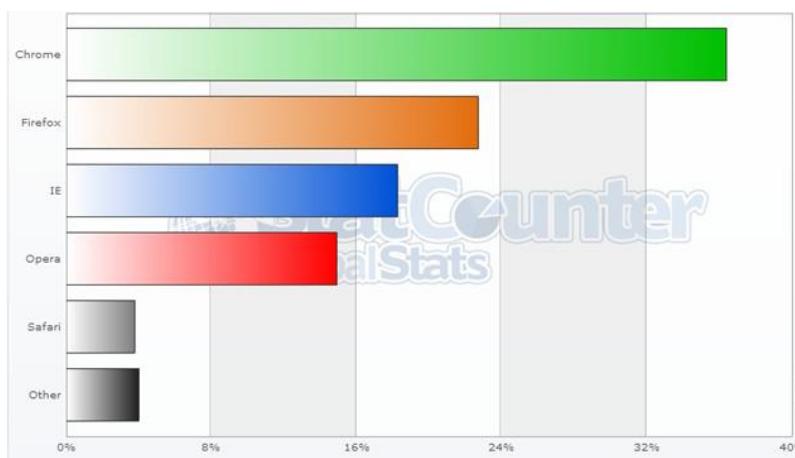
Геолокацияга негізделген қызметтер пайдаланушының кеңістіктік орналасуын ескере отырып, кеңейтілген шындық болып табылады.

Бұл инновациялар әзірлеушілерге ынғайлы қосымшаларды жасау үшін ойлап табуга керек. Геолокация көптеген жаңа қызметтерді, әсіресе жаңа буын ұялы телефондарын пайдалануды жеңілдетеді. Сондықтан қазіргі заманғы мобильді құрылғыларда GPS навигациясы бар (географиялық координаттар туралы ақпарат: ендік, бойлық және биіктік) және компас (сыртқы жағына жарық бағыттау).

### Геолокациялық жүйелердің архитектурасының ерекшеліктері.

Қазіргі заманғы геолокациялық жүйенің бағдарламалық жасақтамасы үш деңгейдегі компоненттердің өзара әрекеттесуі ретінде ұсынылуы мүмкін: деректер деңгейі, бизнес логикасы және таныстыру деңгейі. Деректер деңгейі деректерді сақтау және қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Бизнес-логиканың деңгейі жүйенің функционалдығын іске асыру (сұранысты өндеу, координаттарды есептеу, пайдаланушының рұқсаты және т.б.). Көрсетілім қабаты HTML5 құралдарын пайдаланып пайдаланушы интерфейсін іске асырады.

Объектінің орналасуын анықтау әдістері. Геолокациялық жүйенің негізгі міндеті - объектінің координаттарын анықтау. Геолокацияга бағдарланған веб-қосымшаны жасаған кезде, бұл мәселені HTML5 Geolocation API интерфейсінің көмегімен шешу ұсынылады. HTML5 қолданылатын түрлі браузерлердің сәйкестік дәрежесі 1-суретте көрсетілген.<sup>[5]</sup>



1-сурет. HTML5 қолданылатын түрлі браузерлердің сәйкестік дәрежесі

HTML5 Geolocation API интерфейсін пайдалану ынғайлы: пайдаланушының орналасқан жерін сұратып, егер пайдаланушы бұған келіссе, браузер тиісті ақпаратты қайтарады. Ағымдағы орналасу деректерін геолокацияны анықтайтын құрылғы (мысалы, ноутбук немесе ұялы телефон) қамтамасыз етеді. Орын туралы ақпарат координаттар жиынтығы ретінде беріледі (географиялық ендік және бойлық) және сонымен қатар қосымша метадеректер. HTML5 Geolocation API-мен жұмыс істегендеге, координаттар әрқашан ондық дәрежеде қайтарылады. Геолокация қызметі берілген орынның координаттарын анықтаудағы дәлдікті қамтамасыз етеді. Браузер жұмыс істейтін құрылғыға

байланысты қосымша метадеректер жасалуы мүмкін: биіктік(altitude), биіктік дәлдігі (altitude accuracy), айқындама (heading) және жылдамдык(speed). Егер осы мәндердің біреуі қол жетімді болмаса, оның орнына нөл(null) қайтарылады.<sup>[4]</sup> HTML5 Geolocation спецификациясы құрылғының орналасқан жерін анықтау үшін қандай технологияларды қолдануға болатындығы туралы ешқандай нұсқамаларды қамтыймайды және тек қана бағдарламалық интерфейске койылатын талаптарды тұжырымдаумен шектеледі.

Құрылғы үшін бастапқы геологиялық ақпараттың көзі болуы мүмкін:

IP адресі; триангуляцияға шолу деректері (GPS жаһандық позициялау жүйесінің деректері); Wi-Fi желілеріндегі MAC мекенжайлары; GSM және CDM желілеріндегі телефондардың сәйкестендіру нөмірлері, сондай-ақ пайдаланушы белгілеген деректер.

IP мекенжайларын пайдаланып геолокация туралы ақпаратты алу. Бұрын IP-адрес бойынша пайдаланушының ықтимал орналасуын анықтаудың жалғыз жолы болдып табылатын, бірақ нәтижелер жиі сенімсіз болды. Осы түрдегі геолокация осы IP-мекен-жайын тіркеген пайдаланушының почталық мекен-жайын анықтауга негізделген.

TOA (Time of Arrival -келу уақыты) абоненттің ұялы телефонынан сигналдың транзит уақытын өлшеуге және салыстыруға негізделген базалық станциялар. Дәлдігі 125 м дейін болуы мүмкін Ұялы телефон сигналын қабылдайтын базалық станциялар LMU (Location Measurement Unit) жабдықтары қолданылады. Ұялы байланыс желісінің басқарушы компьютері сигналдың үшөлшемділік алгоритмін пайдаланатын уақыт айырмашылығы таратқыштың орнын есептейді. Альянс координаттар тиісті желілік қосымшаға немесе клиентке беріледі.

Wi-Fi технологиясы арқылы геолокация туралы ақпаратты алу. Wi-Fi желілері көбінесе бірнеше белгілі Wi-Fi кіру нұктелеріне дейінгі қашықтықты өлшеу арқылы қалалық жерлерде орналасқан жерді анықтау үшін қолданылады. GPS-тан айырмашылығы, Wi-Fi желілері дәл нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.<sup>[6]</sup>

Геолокациялық жүйелердегі қауіпсіздік. HTML5 Геолокациясының ерекшелігі пайдаланушы жеке деректерінің құпиялылығын қамтамасыз ететін механизмді қамтамасыз етеді. Орын туралы ақпарат тек пайдаланушы рұқсатын алғаннан кейін қол жетімді болады. Жеке қолданушының деректерін қорғау принципі 2 суретте көрсетілген.



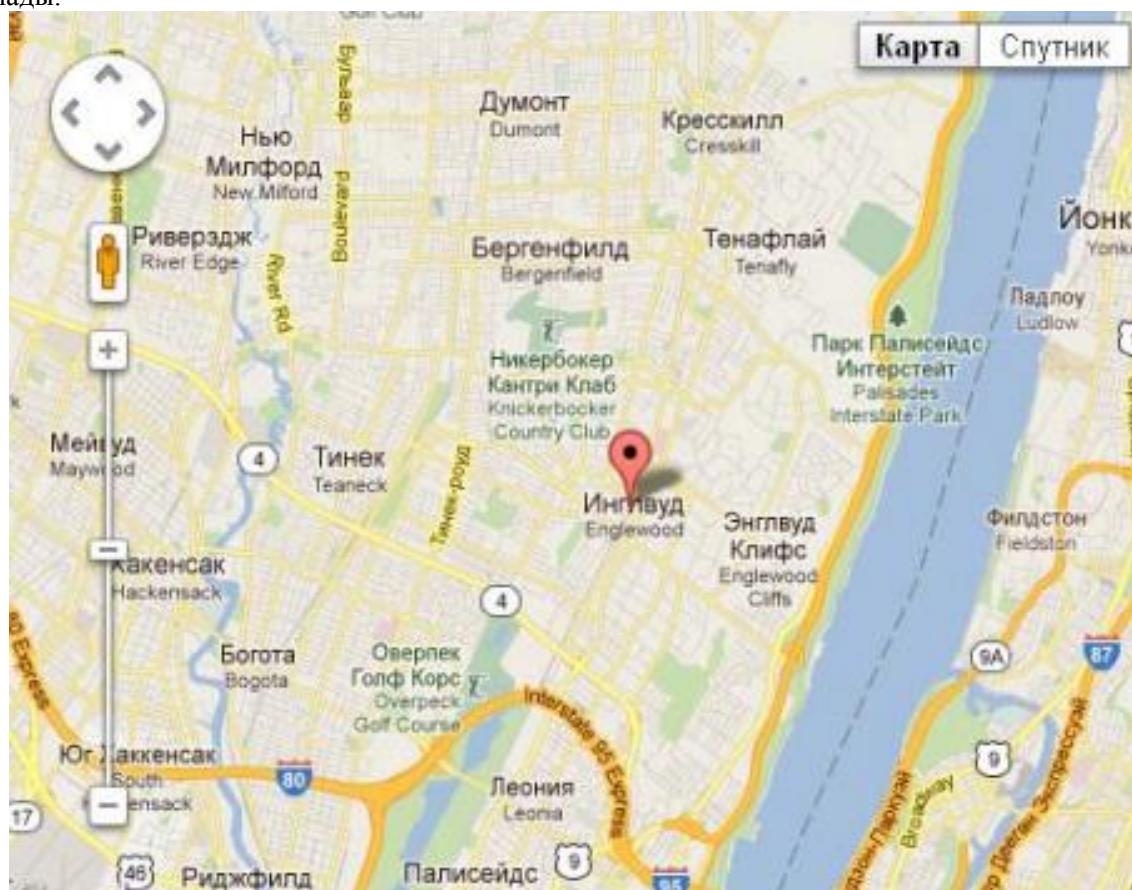
2-сурет. Жеке қолданушының деректерін қорғау принципі

Пайдаланушы орын туралы ақпаратты пайдаланатын веб-бағдарламаны шақырады. Веб-бетті Geolocation API функциясының қонырауы арқылы жүктегеннен кейін, координаттар алу үшін браузерге сұрау жіберіледі. Браузер осы деректерді беру үшін пайдаланушыдан рұқсат сұрайды. Егер пайдаланушы рұқсат берсе, браузер аяқталған құрылғыдан (IP-мекен-жайы, Wi-Fi желілерін немесе GPS навигациялық жүйелерін пайдаланып үшбұрыштау әдісінде табылған координаталар) орналасқан жер туралы ақпаратты алады. Осыдан кейін, браузер объектің орналасқан жері туралы ақпаратты

қайтаратын сенімді сыртқы орналасу қызметіне жібереді. Веб-бетке кіруге сұрау болғанда HTML5 геолокациясы пайдаланылады және жеке ақпаратты қорғау механизмі іске қосылады.<sup>[7]</sup>

### Орналасқан жер туралы ақпаратты өндөу.

Барлық географиялық деректер белгілі бір тәртіппен жүйеленгеннен кейін, жинақталған зерттеу нәтижелері – керекті ақпарат алу үшін ғылми түрде талдау қажеттігі туындаиды. Жинақталған ғылыми деректерді егжей-тегжейлі және мұқият зерттеу нәтижелері оның табиғаты мен заңдылықтарын анықтау мақсатында жүргізіледі. Ақпарат қоршаған ортаның объектілері мен құбылыстары, олардың параметрлері және қасиеттері жинақталған ақпараты толық зерттеуге мүмкіндік береді. Кейір деректер негізінде графикалық материалдар түрінде жинақталады. Графикалық деректер объектінің құрылымын, динамикасын, өзара байланысын көрнекі, мәнерлі, шолуга, салыстыруға ыңғайлы бейімделген ақпарат болып табылады. Графикалық материалдар жалпы жағдайды бейнелеу үшін және кестелік, мәтіндік құжаттарды толықтырады. Кеңістіктік деректерді кейір ГАЗ векторлық пішімінде сақтау және осындай типтегі деректерді ынгайлы бейімделген графикалық пішімдер түрінде таратады. Бұл тәсіл өте кең қолемде қолданылады, себебі ақпаратарды таратуға қосымша бағдарламалық қамтамаларды қолданбайқ интернет желісі үшін геоакпараттық жүйені іске асыруға мүмкіндік береді. Кеңістіктік деректерді сақтау және векторлық тәсілімен таратудың Client/Server архитектурасы негізінде Интернет желісі үшін геоакпараттық жүйені өзірлеу және құру. Бұл тәсіл бірнеше артықшылыққа ие, себебі электрондық картамен интерактивті жұмыс кезінде векторлық карталардың барлық қадір-қасиетін және кеңістіктік деректерге қол жеткізуіндік қолайлы уақытын қамтамасыз етеді. Жекелеген картографиялық қабаттар деңгейінде ақпараттық ресурстарды қорғаудың сайлау принципі іске асырылады, ал бұл жетістіктер Интернетте жұмыс істеу кезінде өте маңызды және қолайлы болып табылады.



3-сурет. Географиялық деректер картасы

Мұндай әртүрлі кескіндер пішімдері, барлық программалық қолданбалар үшін, XML пішімді файлдарды пайдаланатын кеңістіктік ақпаратты сақтауға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл бір жағынан ГАЗ-қосымшалар мен Интернетті интеграциялау модулінің әмбебаптығын шектейді және бір ГАЗ-қосымшалар үшін көптеген ұқсас модульдерді құру қажеттілігіне әкеледі, бірақ екінші жағынан бұл

қосымшаны негұрлым икемді, масштабалатын ынгайлы түрде бейнелеуге мүмкіндік береді. Ең негізгісі Интернет арқылы ГАЖ-қосымшамен ұсынылатын құралдармен жұмыс істеу үшін арнайы клиенттік бағдарламалық қамтамасыз етуді қажет етпейді.

Google Maps, Bing Maps, Yandex пайдаланып, геолокация деректерін алғаннан кейін, нысанның координаттары картада көрсетілуі мүмкін (Сурет 3). Геолокация туралы деректерді сақтау үшін оларды сақтауға рұқсат беріледі. Кейін пайдаланушының рұқсаты дереку алынып тасталуы керек және аударылатын деректерді шифрлау ұсынылады. Жеке географиялық деректер картасы З суретте көрсетілген.

### Қорытынды

Қазіргі заманғы спутниктік радионавигациялық жүйелердің (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) табысты дамуы ақпараттық технологияларды қалыптастырудың негізгі бағыттарды анықтауға мүкіндік береді. Farыш аппаратурасын құрастыруды жетілдіру орбитада спутниктердің ұзақ мерзімділік негізгі мақсатады шешуге, жерүсті бақылау-өлшеу кешендерінен басқаруды автоматтандыруды қүшейтуге, кез келген ауа райы жағдайында радиосигналдардың кедергісіз таралуын қамтамасыз етеді. Іс жүзінде спутниктік навигация кезкелген дәнелердің қозғалысын реттеуге және қосымша қозғалыстарды геолокациялық деректердің көмегімен басқаруды қамтамасыз етеді. Google Maps арқылы әлемнің кез келген бөлігінің картасын жасауға және кезкелген нысандардың кайда орналасқаның анықтауға болады. Геолокациялық жүйенің негізгі мақсаты, нысандардың орналасуы координаттарын анықтау. Геолакация жүйесіне бағытталған веб-қосымшаларын құру үшін, қазіргі кезде ең ынгайлы интерфейстердің бірі болып саналатын HTML5 Geolocation API бағдарламалық құрылымның ортасын қолданамыз. Геолокациялық деректерді қолданып, желі қызметтерінің санын арттыру пайдаланушының орналасқан жерін ескеретін қосымшаларды жасауға мүмкіндік береді. Мұндай қосымшаларды әзірлеген кезде, төмендегілерге назар аударуының қажет:

- HTML5 геолокациясының ерекшелігі пайдаланушы орналасуын анықтау әдісіне байланысты емес;
- HTML5 геолокациясын қолданғанда, геолокация дәлдігін ескеру маңызды;
- HTML5 геолокациялық сипаттамасы браузерлердің заманауи нұсқаларында ғана жүзеге асырылады;
- геолокациялық жүйемен жұмыс істеу кезінде жеке деректердің қауіпсіздігіне назар аудару қажет.

### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Pilgrim M. Dive into HTML5. URL: <http://diveintohtml5.info/> (accessed: 25.10.2013).

[2] Holdner, A. HTML5 Geolocation / A. Holdner // O'Reilly Media. – 2011. – № 72. – Р. 65.

[3] HTML5 Test Suite Conformance result [Электрондыресурс]. – 2012.

[4] Бейлина Н.В. Блочно-временной алгоритм фильтрации геолокационных данных // Вестн. СамГУ. Естественнонаучн. сер., 2013. № 9/1(110). С. 212-215.

[5] Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 11. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1049.html>

[6] Алфимцев А.Н., Лычков И.И. Метод обнаружения объекта в видеопотоке в реальном времени. Вестник Тамбовского государственного технического университета, 2011, т. 17, № 1, с. 44–55.

[7] А. Н. Алфимцев, И. И. Лычков, “Алгоритм захвата и отслеживания объекта на цифровых изображениях с упрощенной процедурой обучения”, Сборник трудов 33- ей Конференции молодых ученых и специалистов ИППИ РАН «Информационные технологии и системы (ИТиС'10)», Геленджик, 2010, С. 114-120.

Усманова А.М., Бектемесов А.Т., Аманбаев А.А.

### Встроенная система автоматического отслеживания объекта в реальном времени

**Резюме.** Отслеживание географического местоположения объектов всегда было одной из актуальных прикладных задач, решаемых при разработке информационных систем. На сегодняшний день для реализации программного обеспечения(ПО) таких задач разработано много программных библиотек. До недавнего времени не существовало единой спецификации по определению географического местоположения объектов, поэтому применяемые ранее решения реализовывали этими различными способами. После выхода предварительной версии спецификацииHTML5, содержащей раздел о геолокации, появилась возможность создавать веб-приложения, использующие единый интерфейс доступа ксредствам геолокации.

**Ключевые слова:** HTML5, веб-приложения, интерфейс, геолокация, программное обеспечение, местоположения объектов.

ӘОЖ 637.072

**M.M.Sadirova, M.S.Serikkyzy, K.R.Manap**  
(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: msadirova98@mail.ru)

## ASSESSMENT AND CONTROL OF HAZARDOUS FACTORS IN THE PRODUCTION OF MEAT PRODUCTS

**Abstract.** This article presents the results of a microbiological study of the risk factor of an ostrich poultry product. The results of the analysis showed that the indicators of the studied meat products did not exceed the maximum permissible values, that is, they meet the sanitary requirements.

**Key words:** risk, QMAFAnM (quantity of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms), coliforms (coliform bacteria)

**М.М.Сәдірова, М.С.Сериккызы, Қ.Р.Манап**  
(Алматы Технологиялық Университеті, Алматы, Қазақстан  
E-mail: msadirova98@mail.ru)

## ЕТ ӨНІМДЕРІН Өндіру кезінде қауіпті факторларды бағалау және бақылау

### Кіріспе

Тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүйесінің маңызды кезеңі қауіпті факторлар мен қауіп-қатерді талдау кезеңі болып табылады. Қауіп-қатерді талдау адамның денсаулығы мен өмір сүру жағдайы үшін үш компоненттен тұратын жағымсыз салдарлардың алдын алу үшін қажетті ақпаратты алу процесін білдіреді: қауіп-қатерді бағалау, қауіптер туралы ақпарат және қауіп-қатер жайлы ақпараттандыру. Осы талдау дәллек, дұрыс және объективті жүргізілген сайын, жүйе соғұрлым тиімді жұмыс істейді және соңғы өнімнің қауіпсіздігі бақыланады [1].

Қауіпті факторлар мен оларды бақылаудың тиісті процедуралары анықталғаннан кейін әрбір қауіпті факторлардың салдарын ауырлығы мен оны іске асыру ықтималдығы түргысынан бағалау керек [2].

Ет өнеркәсібі үшін патогенді және шартты түрде патогендік микроорганизмдердің маңызы зор. Осы микроорганизмдердің тұтынуышы денсаулығына теріс әсерлері тағамдық токсикоинфекциялар немесе тағамдық токсикоздар типі бойынша өтуі мүмкін [3].

### 1. Зерттеу нысандары мен әдістері

Осы ғылыми зерттеу жұмысының нысаны ретінде:

- дайын өнім: африкалық түйекұс етінен әзірленген паштет.

Дайын өнімнің қауіпсіздігін қамтамасыз ету жүйесін нәтижелі әзірлеу және енгізу мақсатында микробиологиялық көрсеткіштерді зерттеу әдістері қолданылды. Түйекұс етінен жасалған паштет өнімдерінің қауіпсіздік зерттеулері Алматы технологиялық университетінің аккредиттеген «Тағам қауіпсіздігі» зертханасында жүргізілді. Тәжірибелік зерттеулер үш – бес рет қайталау арқылы жалпы қабылданған шикізат көрсеткіштеріне жүргізілетін биохимиялық және микробиологиялық зерттеудің стандартты әдісімен жүргізілді.

Дайын өнімді сапа мен қауіпсіздік түргысынан сипаттайтын көрсеткіштерді анықтау үшін нормативтік, басшылық және әдістемелік құжаттармен регламенттелген стандартталған әдістемелер қолданылды [4]. Бақылау көрсеткіштерінің тізбесі және қолданыстағы нормативтік құжаттар бойынша деректер 1-кестеде көлтірілген.

### Нәтижелер мен талқылаулар

Түйекұс еті сою, бөлу және сақтау процесінде микроорганизмдермен ұрықтандырылуы мүмкін, бұл санитарлық-бактериологиялық зерттеулер жүргізуді талап етеді. Бұл жағдайда СанЕжН 2.3.2.1078-01 талаптарын және сойылатын жануарларды ветеринариялық тексеру және ет және ет өнімдерін ветеринариялық-санитариялық сараптау ережелерін басшылыққа алады (КСРО Ауыл шаруашылығы министрлігінің Мемлекеттік ветеринария институты 27.12.83 өзгертулерімен және 17.06.83 толықтыруларымен макұлданған).

## • Технические науки

1-кесте. Зерттелетін өнім топтары үшін регламентtelген сапа және қауіпсіздік көрсеткіштерінің тізбесі

№	Көрсеткіштер	Көрсеткіштерді анықтау әдістемесін реттейтін нормативтік құжат
1	2	3
1	Микробиологиялық көрсеткіштер	МЕМСТ Р 51448-99 Ет және ет өнімдері. Микробиологиялық зерттеуге сынама дайындау әдістері
2		МЕМСТ 7702.2.0.-95 «Құс еті, құс етінің өнделмеген және жартылай фабрикаттары. Иріктеу әдістері және микробиологиялық зерттеулерге дайындық»
3	КМАФАнМ	МЕМСТ 10444.15-94 Азық-тұлік өнімдері. Мезофильді аэробты және қосымша анаэробты микроорганизмдердің мөлшерін анықтау әдістері МЕМСТ 7702.2.6-93 «Құс еті, құс етінің өнделмеген және жартылай фабрикаттары. Мезофильді аэробты және қосымша анаэробты микроорганизмдердің санын анықтау және анықтау әдісі »
4	БГКП	МЕМСТ 30726-2001 Азық-тұлік өнімдері. Escherichia coli түріндегі бактерияларды анықтау және сандық есептеу әдістері МЕМСТ Р 50454-92 Ет және ет өнімдері. Күдікті колiformды бактериялар мен Escherichia coli анықтау және тіркеу (арбитраж әдісі)
5	Сульфидті редуцерлеуші клостридия	МЕМСТ 29185-91 Азық-тұлік өнімдері. Сульфитті төмендететін клостридия мөлшерін анықтау және анықтау әдістері. МЕМСТ 7702.2.6-93 «Құс еті, құс етінің өнделмеген және жартылай фабрикаттары. Сульфитті төмендететін клостридия мөлшерін анықтау және анықтау әдістері.
6	S. aureus	МЕМСТ 10444.2-94 Азық-тұлік өнімдері. Staphylococcus aureus идентификациясы және мөлшерлеу әдістері МЕМСТ 7702.2.4-93 «Құс еті, құс етінің өнделмеген және жартылай фабрикаттары. Staphylococcus aureus идентификациясы және мөлшерлеу әдістері
7	Патогенді, оның ішінде сальмонелла	МЕМСТ Р 50480-93 Азық-тұлік өнімдері. Салмонелла түкімының бактерияларын анықтау әдісі
8	L. monocytogenes	МЕМСТ Р 51921-2002 Азық-тұлік өнімдері. Бактерияларды анықтау және анықтау әдістері Listeria моноцитогендер

Технологиялық процестердің биологиялық қауіптің болуына әсерін бағалау үшін таңдалған өнім үлгілеріне микробиологиялық талдау жүргізілді (2 – Кесте). Өнімнің бірінші нұсқасына зерттеу нәтижелері зерттелген үлгілерде БГКП жоқ екенін көрсетті, сынамалардың 5,1% КМАФАнМ көрсеткіші бойынша сәйкес келмегенін көрсетті. Зерттеулеріміз түйекұс етіндегі мезофильді аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдердің (КМАФАнМ) санын анықтау, сойылғаннан кейін етте Н мұздатылған вакуумдық қаптамада сақталған етте ол ең жоғары рұқсат етілген мәннен бірнеше рет төмен екенін көрсетті. Демек, түйекұс етін өндіру кезінде мезофильді анаэробты микроорганизмдер спорасының өсуіне ықпал етеді.

2-кесте. Дайын өнімде биологиялық қауіпті факторды өткізу ықтималдығы

Өнім үлгілері	(Зерттелген үлгілердің жалпы санына сәйкес келмейтін сынамалардың % - ы)			
	Патогенді ағзалар	КМАФАнМ	БГКП	Жиыны (В)
1 үлгі	0	5,1	0,0	5,1
2 үлгі	0	0,0	0,0	0,0
3 үлгі	0	5,8	0,0	5,8

Өнімнің екінші үлгісі зерттеуде белгіленген нормаларға сәйкестігін күэландырады.

Өнімдердің зерттелген бірінші және екінші үлгілеріндегі қауіпсіздік көрсеткіштерін талдай отырып, пайдаланылатын технологиялық операциялар, жалпы, қауіпсіздіктің тиісті деңгейін қамтамасыз етеді (зерттелген үлгілердегі патогенді микроорганизмдер мен БГКП болмауы) деген қорытынды жасауға болады. Алайда үлгілердің бір бөлігі КМАФАнМ көрсеткіші бойынша асып кетуі не шекаралық нормаланатын мәні бар екенін атап өткен жөн. Бұл жағдай осы тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі саласындағы, әсіресе жарамдылық мерзімінің кеш кезендерінде проблемаларға әкеп соғуы мүмкін. Кіріс шикізаты мен құрал-жабдықтан шайындылардың микробиологиялық көрсеткіштерін жоғарыда келтірілген талдау технологиялық процесс барысында технологиялық операцияларда көзделген рұқсат етілген деңгейге дейін төмендету мүмкін болмаған деңгейге дейін КМАФАнМ мөлшерінің жиналуды мүмкін екендігін көрсетті. Осылайша, қауіпті факторларды бақылау және алдын алу және түзету іс-шараларын әзірлеу тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі жүйесінің жұмыс істеуінің қажетті элементі болып табылады.

Екінші үлгідегі өнімді талдап, келесі фактілерді анықтауға болады.

Өнімнің үшінші үлгісін зерттеу нәтижелері патогенді микроорганизмдердің жоқтығын көрсетті. КМАФАнМ көрсеткіші бойынша сәйкес келмейтін үлгілер 6,8%, ал БГКП бойынша жоқтығы анықталды. Алынған деректер дайын өнімді сактаудың температуралық режимдерін сактау қажеттілігін, сондай-ақ тұтынуышыны пайдалану алдында өнімді өңдеу тәсілдері туралы егжай-тегжайлі хабардар етудің маңыздылығын көрсетеді.

Осылайша, жоғарыда аталған әдістерді пайдалана отырып, түйекұс етінің балғындығын абсолютті түрде анықтауға болады және осының негізінде оны одан әрі пайдалану туралы шешім қабылдауға болады.

### Қорытынды

Азық - тулік өнімдерін өндіру кезінде сапа мен қауіпсіздікті қамтамасыз етудің кез келген жүйесі өндірістік процесс барысында әрбір ингредиентті, жартылай фабрикатты процестің және дайын өнімнің әр түрлі сатыларында (оның ішінде зертханалық зерттеулерді жүзеге асыру кезінде алынған ақпараттың арақатынасымен) орналасқан жері, сипаттамасы және пайдалану бағыты туралы обьективті және шынайы ақпаратты пайдаланбай және есепке алмай мүмкін емес. Өнімнің үлкен ассортименттік тізбесін өндіру шенберінде мұндай ақпаратты алу мүмкіндігі сәйкестендіру және бақылау жүйелерін енгізумен байланысты.

Санитариялық-микробиологиялық зерттеу нәтижелері бойынша түйекұс еті соыйлғаннан кейін және ұзақ уақыт сақтау процесінде құс етіндегі микрофлораның құрамы нормативтерінің талаптарына сәйкес келеді.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Мишанин Ю.Ф.Биотехнология рациональной переработки животного сырья: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 720 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
- [2] Джумабекова, Г.Ш.. Ет өндірісіндегі тағамдық қоспаларды пайдалану // Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» посвященной 60-летию АТУ, г.Алматы, 6-7 октября 2017 г., стр. 36-38.
- [3] К.Р. Манап, К.Қызыр., Функционалды тамақтануға арналған құс еті паштеті үшін итмұрын ұнтағын зерттеу // Научный журнал. Казахский технический университет имени К.И.Сатпаева, Вестник №6 (118), 2016 г., стр. 553-557.
- [4] Г.М. Асильова, Г.Ш. Джумабекова, Ж.А. Жарылқасынова, К. Манап Процедура сертификации функционального мясного продукта // II Международная научно-техническая конференция «Качество и безопасность пищевых продуктов», 12-13 ноября 2015 г., г.Киев, Украина, стр. 303-305.

Садирова М.М., Сериккызы М.С., Манап К.Р.

### Оценка и контроль опасных факторов при производстве мясных продуктов

**Резюме.** В статье представлены результаты микробиологического исследования фактора риска продукта паштет из мяса страуса. Результаты анализа показали, что показатели исследуемых мясопродуктов не превышали предельно допустимых значений, то есть соответствовали санитарным требованиям

**Ключевые слова:** риск, КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов), БГКП (бактерии группы кишечной палочки)

УДК 539.3.539.374

**G.K. Tugelbayeva**

(Institute of Mechanics and Engineering named after U.A. Djoldasbekov,  
Kurmangazy street, Almaty, Kazakhstan,  
Military Institute of Land Forces of the Ministry of Defense, Krasnogorskaya street,  
Almaty, Kazakhstan. E-mail: Gk0430@mail.ru)

## **RESEARCH OF WAVE PROPAGATION IN AN ELASTIC-VISCOPLASTIC LAYER WITH A CAVITY**

**Abstract.** The given scientific work is dedicated to the research on waves spreading in resilient viscous-plastic layer with cavity laying on resilient basis under the dynamic pressure from day surface over the cavity. During the solving this task the «discontinuity disintegration» method of S.K.Godunov has been used.

During the research of this task the hyperbolic type of the first order of differential equations system has been obtained which describes the dynamic pressure influence on resilient viscous-plastic layer around the cavity on layer border and on resilient basis.

The application of the method of S. K. Godunov for the making research and solving the wave spreading in multi layer sub surface with cavities, laying in resilient basis under the dynamic pressure gives the basis in the future for further development of the same type of tasks also in different sections of mechanics.

**Key words:** tensed-deforming condition, resilient viscous-plasticity, resilient, layer, cavity, wave.

**Г.К. Тугельбаева**

(Институт механики и машиноведения имени академика У.А.Джолдасбекова КН МОН РК,  
г. Алматы, Казахстан  
Военный институт Сухопутных войск МО РК,  
Алматы, Республика Казахстан. E-mail: Gk0430@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В УПРУГО-ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОМ СЛОЕ С ПОЛОСТЬЮ**

**Аннотация.** Настоящая работа посвящена исследованию распространения волн в упруго-вязкопластическом слое с полостью, лежащем на упругом основании при воздействии динамической нагрузки со стороны дневной поверхности. При решении поставленной задачи, мы использовали метод «распада разрыва» С.К.Годунова.

При исследовании данной задачи получены система дифференциальных уравнений первого порядка гиперболического типа, которая описывает влияние динамической нагрузки на упруго-вязкопластический слой вокруг полости, на границе слоя и на упругом основании.

Применение метода С.К.Годунова для исследования и решения распространения волн в слоистом полупространстве с полостями, лежащем на упругом основании при воздействии динамической нагрузки, дает в будущем толчок дальнейшему развитию подобного класса задач и в других разделах механики.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, упруго-вязкопластичность, упругость, слой, полость, волна.

В настоящее время во всех развитых странах, в том числе и в Казахстане бурно развиваются подземные и надземные строительства. Особо хочется отметить значимость научно-теоретических исследований при разработке подземного строительства и добыча полезных ископаемых. Освоения подземных пространств зависят от многих управляемых и неуправляемых факторов. Одним из значимых факторов является влияние на подземные сооружения волновых явлений, происходящих под землей.

Периодические землетрясения, возникающие в горных районах Республики Казахстан, показывают, что при даже незначительном землетрясении происходят движения подземных и надземных сооружений, что приводят к взаимодействию внешних сил с конструкциями выше указанных сооружений. Поэтому научно-практические исследования распространения волн в упругих и упруго-вязкопластических средах и их влияния на различные конструкции сооружений являются актуальным.

Настоящая работа посвящена исследованию распространения волн в упруго-вязкопластическом слое с полостью, лежащем на упругом основании при воздействии динамической нагрузки со стороны дневной поверхности .

При решении поставленных задач применяется метод «распада разрыва» С.К.Годунова для слоистого полупространства с полостями. Применение метода С.К.Годунова для исследования и решения распространения волн в упруго-вязкопластическом слое с полостью, лежащем на упругом основании при воздействии динамической нагрузки со стороны дневной поверхности, даст в будущем толчок дальнейшему развитию подобного класса задач в и других разделах механики.

Допустим, что волна распространяется в слойстом полупространстве с полостью расположенный от дневной поверхности на расстояний  $y = 10dy$  и упругий слой расположен на глубине  $y = 50dy$ . На свободной поверхности слоистого полупространства задаются нагрузки при нулевых начальных условиях [1,2]:

$$\begin{cases} v = tBe^{-At}; \\ u = 0, \end{cases} \text{ при } \begin{cases} n_{11} \leq x \leq n_{22}; \\ y = 0; \\ t \geq 0. \end{cases}$$

Как известно, уравнения упруго-вязкопластического слоя имеет следующий вид [3]:

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = \frac{1}{2\mu} \dot{s}_{ij} + \frac{1}{2K} \dot{s} \delta_{ij} + \eta[\Phi(F)] \left( \alpha \delta_{ij} + \frac{s_{ij}}{2\sqrt{J_2}} \right), \quad (1)$$

где  $\alpha$  - параметр характеризующий скорость расширения грунта.

Для определения функции  $\Phi(F)$  используем результаты экспериментальных исследований по динамическим свойствам материала. Определение функции  $\Phi(F)$  и его анализ позволит оценить влияние скорости деформации на предел текучести.

Объемная деформация упруго-вязкопластической среды описывается следующим уравнением [4,5]:

$$\dot{\varepsilon}_{ii} = \frac{1}{3k} \dot{\delta}_{ii} + 3\alpha\eta\langle\Phi(F)\rangle, \quad (2)$$

Уравнения упругого основания имеет следующий вид [6]:

$$\sigma_{ij} = \lambda\varepsilon_{kk}\delta_{ij} + 2\mu\varepsilon_{ij}. \quad (3)$$

Плоская деформация описывается следующим уравнением [7,8]:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{11} = \varepsilon_{xx} &= \frac{\partial u_x}{\partial x}; \quad \varepsilon_{22} = \varepsilon_{yy} = \frac{\partial u_y}{\partial y}; \quad \varepsilon_{33} = \varepsilon_{zz} = 0; \\ \varepsilon_{12} = \varepsilon_{xy} &= \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x} \right); \quad \varepsilon_{13} = \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{23} = \varepsilon_{yz} = 0. \end{aligned}$$

Для определения решений дифференциальных уравнений (1) и (3) используем конечно-разностные уравнения, к которым применяются метод распада-разрыва.

Основные уравнения упруго-вязкопластической среды в безразмерном виде описываются следующей системой дифференциальных уравнений [9,10]:

$$\left\{ \begin{array}{l} r_{12} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y}; \\ r_{12} \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau}{\partial x}; \\ \frac{\partial \sigma_x}{\partial t} = a_{12} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x} + \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{\partial v}{\partial y} + \Phi_1 \right\}; \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial t} = a_{12} \left\{ \frac{\partial v}{\partial y} + \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{\partial u}{\partial x} + \Phi_2 \right\}; \\ \frac{\partial \sigma_z}{\partial t} = a_{12} \left\{ \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{\partial u}{\partial x} + \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{\partial v}{\partial y} + \Phi_3 \right\}; \\ \frac{\partial \tau}{\partial t} = a_{12} \left\{ \frac{1}{\gamma_1^2} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{1}{\gamma_1^2} \frac{\partial v}{\partial x} + \Phi_4 \right\}, \end{array} \right. \quad (4)$$

где

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi_1 = -\frac{1}{\gamma_1^2} \eta \langle \Phi(F) \rangle \left[ (3\gamma_1^2 - 4)\alpha + \frac{(2\sigma_x - \sigma_y - \sigma_z)}{3\sqrt{J_2}} \right], \\ \Phi_2 = -\frac{1}{\gamma_1^2} \eta \langle \Phi(F) \rangle \left[ (3\gamma_1^2 - 4)\alpha + \frac{(2\sigma_y - \sigma_x - \sigma_z)}{3\sqrt{J_2}} \right], \\ \Phi_3 = -\frac{1}{\gamma_1^2} \eta \langle \Phi(F) \rangle \left[ (3\gamma_1^2 - 4)\alpha + \frac{(2\sigma_z - \sigma_x - \sigma_y)}{3\sqrt{J_2}} \right], \\ \Phi_4 = -\frac{1}{\gamma_1^2} \eta \langle \Phi(F) \rangle \frac{\tau}{\sqrt{J_2}}. \end{array} \right.$$

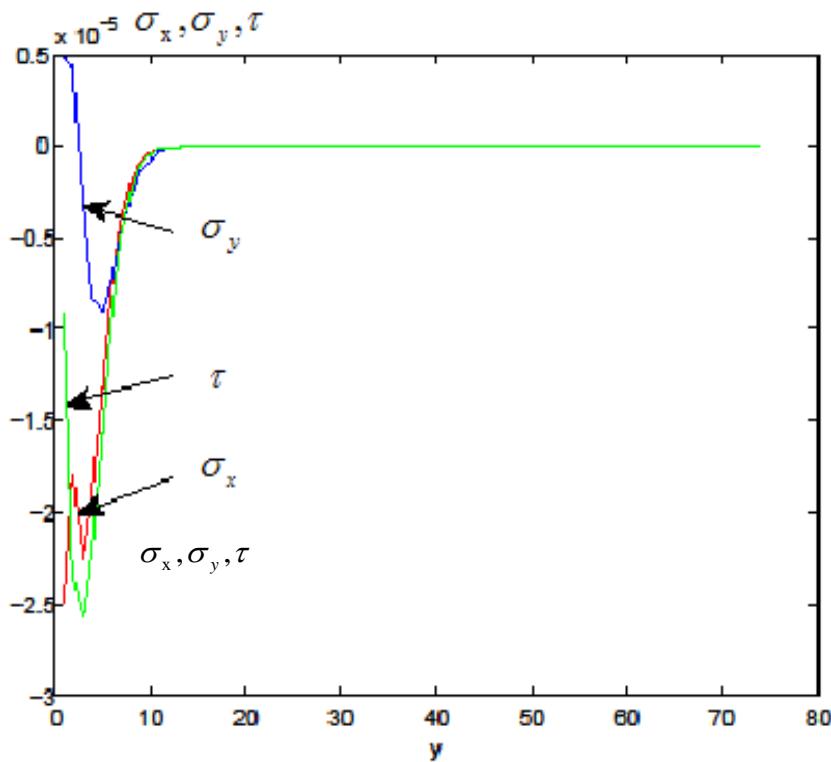
Конечно-разностные системы уравнений упруго-вязкопластической среды имеет следующий вид [10,11,12,13]:

$$\left\{ \begin{array}{l} r_{12} \frac{u^{n,m} - u_{n,m}}{\Delta t} = \frac{(\sigma_x)_{n_2} - (\sigma_x)_{n_1}}{\Delta x} + \frac{\tau_{m_2} - \tau_{m_1}}{\Delta y}; \\ r_{12} \frac{v^{n,m} - v_{n,m}}{\Delta t} = \frac{(\sigma_y)_{m_2} - (\sigma_y)_{m_1}}{\Delta y} + \frac{\tau_{n_2} - \tau_{n_1}}{\Delta x}; \\ \frac{(\sigma_x)^{n,m} - (\sigma_x)_{nm}}{\Delta t} = a_{12} \left\{ \frac{u_{n_2} - u_{n_1}}{\Delta x} + \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{v_{m_2} - v_{m_1}}{\Delta y} + \Phi_{1n,m} \right\}; \\ \frac{(\sigma_y)^{n,m} - (\sigma_y)_{nm}}{\Delta t} = a_{12} \left\{ \frac{v_{m_2} - v_{m_1}}{\Delta y} + \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{u_{n_2} - u_{n_1}}{\Delta x} + \Phi_{2n,m} \right\}; \\ \frac{(\sigma_z)^{n,m} - (\sigma_z)_{nm}}{\Delta t} = a_{12} \left\{ \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{u_{n_2} - u_{n_1}}{\Delta x} + \left(1 - \frac{2}{\gamma_1^2}\right) \frac{v_{m_2} - v_{m_1}}{\Delta y} + \Phi_{3n,m} \right\}; \\ \frac{\tau^{n,m} - \tau_{n,m}}{\Delta t} = a_{12} \left\{ \frac{1}{\gamma_1^2} \frac{u_{m_2} - u_{m_1}}{\Delta y} + \frac{1}{\gamma_1^2} \frac{v_{n_2} - v_{n_1}}{\Delta x} + \Phi_{4n,m} \right\}. \end{array} \right. \quad (5)$$

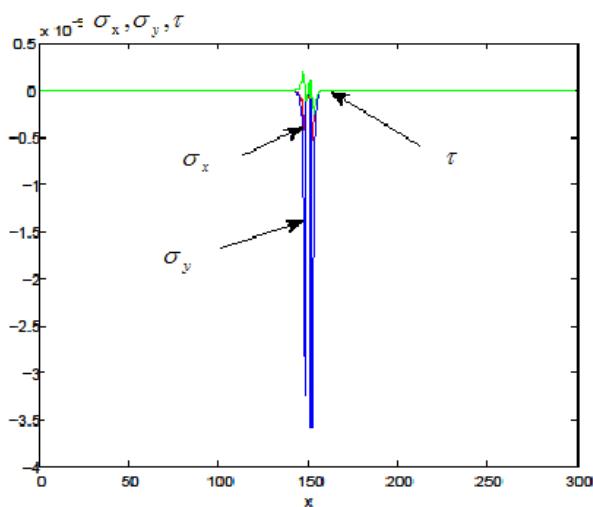
Конечно-разностные системы уравнений упругой среды имеет следующий вид [14,15]:

$$\begin{cases} \frac{u^{n,m} - u_{n,m}}{\Delta t} = \frac{\sigma_{x_{n_2}} - \sigma_{x_{n_1}}}{\Delta x} + \frac{\tau_{m_2} - \tau_{m_1}}{\Delta y}; \\ \frac{v^{n,m} - v_{n,m}}{\Delta t} = \frac{\sigma_{y_{m_2}} - \sigma_{y_{m_1}}}{\Delta y} + \frac{\tau_{n_2} - \tau_{n_1}}{\Delta x}; \\ \frac{\sigma_x^{n,m} - \sigma_{x_{nm}}}{\Delta t} = \frac{u_{n_2} - u_{n_1}}{\Delta x} + \left(1 - \frac{2}{\gamma^2}\right) \frac{v_{m_2} - v_{m_1}}{\Delta y}; \\ \frac{\sigma_y^{n,m} - \sigma_{y_{nm}}}{\Delta t} = \frac{v_{m_2} - v_{m_1}}{\Delta y} + \left(1 - \frac{2}{\gamma^2}\right) \frac{u_{n_2} - u_{n_1}}{\Delta x}; \\ \frac{\tau^{n,m} - \tau_{n,m}}{\Delta t} = \frac{1}{\gamma^2} \frac{u_{m_2} - u_{m_1}}{\Delta y} + \frac{1}{\gamma^2} \frac{v_{n_2} - v_{n_1}}{\Delta x}. \end{cases} \quad (6)$$

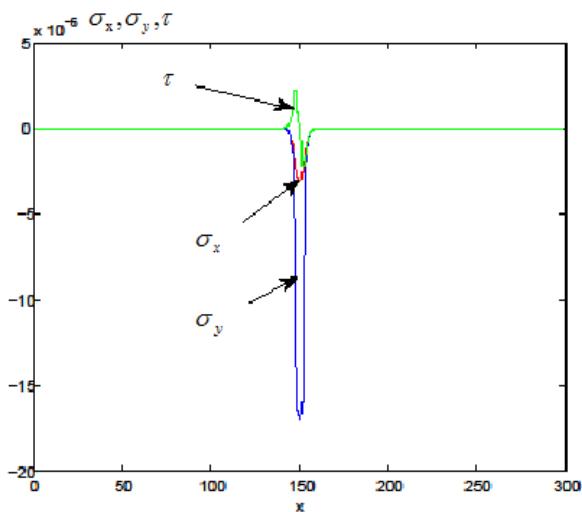
Ниже приведены основные результаты, полученные при выше приведенных исходных данных: упруго-вязкопластическая среда – суглиночка:  $\rho = 1.8 \text{ г/cm}^3$ ;  $b_0 = 200 \text{ м/c}$ ;  $a_0 = 320 \text{ м/c}$ ;  $k_0 = 0.62 \text{ кГ/см}^2$ ;  $\eta = 350 \text{ с}^{-1}$ ;  $\alpha = -0.02$ ;  $\gamma = a_0/b_0 = 1.6$ , упругая среда – гранит:  $\rho = 2.67 \text{ г/cm}^3$ ;  $a_0 = 5440 \text{ м/c}$ ;  $b_0 = 3050 \text{ м/c}$ ;  $\gamma = a_0/b_0 = 1.7836$ ;  $k_0 = 1020 \text{ кГ/см}^2$ .



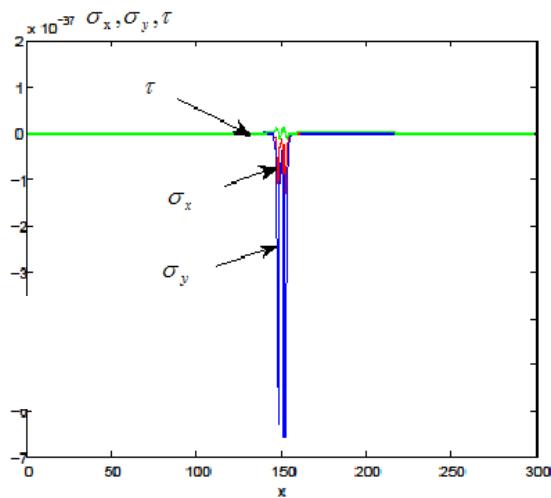
**Рис. 1.** Нормальные и касательные напряжения в зависимости от координат и времени при  $x = 154dx$ ,  $y = 1dy - 75dy$ ,  $t = 295dt$



**Рис. 2.** Нормальные и касательные напряжений в зависимости от координат и времени при  
 $x = 1dx - 300dx$ ,  $y = 17dy$ ,  $t = 295dt$

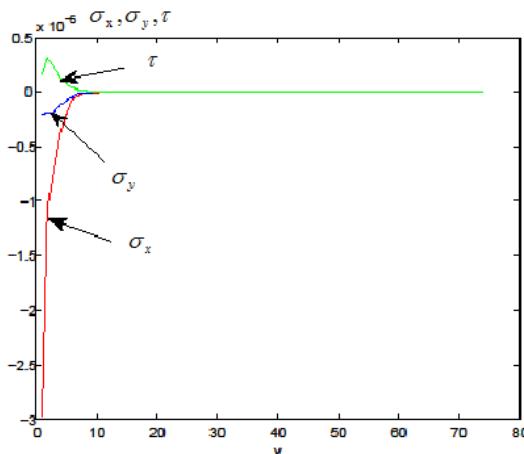


**Рис. 3.** Нормальные и касательные напряжений в зависимости от координат и времени при  
 $x = 1dx - 300dx$ ,  $y = 9dy$ ,  $t = 295dt$



**Рис. 4.** Нормальные и касательные напряжений в зависимости от координат и времени при

$$x = 1dx - 300dx, \quad y = 50dy, \quad t = 295dt$$



**Рис. 5.** Нормальные и касательные напряжения в зависимости от координат и времени при  
 $x = 140dx, \quad y = 1dy - 75dy, \quad t = 295dt$

### Заключение

Рассмотрены волновые поля в слое, на границе слоя и в упругом осовании. Показано, насколько упруговязкопластический слой в сравнении с упругим, ослабляет доходящий до полости импульс. Сравнение приведено на графиках, построенных скоростей смещений на стенах полости. По полученным результатам можно определить зоны возможных разрушений и при каких значениях параметров, они могут возникнуть. Также следует отметить, что зоны зависят и от толщины слоя, поэтому, зная толщину слоя мягкого грунта конкретного участка поверхности земли, можно вычислить некоторые критические значения (напряжения, скорости, частоты колебаний падающих волн и др. параметры), которые могут быть использованы при рассмотрении задач сейсмомикрорайонирования. Разработанные программы позволяют учитывать и угол наклона фронта падающей волны, что также важно при определении активных очагов землетрясений исследуемого региона

**Работа выполнена при поддержке гранта финансирования по научным проектам № АР05134403.**

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование волновых полей в полупространстве с цилиндрическими полостями расположенных перпендикулярно дневной поверхности / Коллективная монография «Итоги науки» серия «Избранные труды IX-ый Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки» – Москва (Россия), 2014г.– С. 88-113.
- [2] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование волновых полей в полупространстве с цилиндрическими полостями расположенных перпендикулярно дневной поверхности. Материалы IX Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки. Россия. Непряхино, 2014. – Т. 4. - С. 157.
- [3] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование распространение волн в упруговязкопластическом в четверти пространство с полостью // Материалы IV Международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и машиностроения» посвященной 80-летию Казахского Национального технического университета имени К.И.Сатпаева и академика Национальной инженерной академии РК, Действительного члена Нью-Йоркской Академии, д.ф.-м.н., профессора А.Н.Тюреходжаев. – Алматы, 2014. – С. 361-367.
- [4] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Волновое поле в упруго-вязкопластическом в четверти пространства с полостью при действии динамической нагрузки // Международная научно-практическая конференция «Механика и строительство транспортных сооружений», посвященной 80-летию заслуженного деятеля науки и техники Казахстана, академика НАН РК Айталиева Ш. М. - Алматы, 2015. – С. 234-237.
- [5] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследования геодинамического поля в упругой четверти пространства с полостью, вызванного действием нагрузки // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. Россия, г.Новосибирск, 2015г. - Т. 4. - №2. - С. 39-44.

## • Технические науки

- [6] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Определение напряженно – деформируемого состояния упругого полупространства с полостью при воздействии динамической нагрузки // Сборник материалов международной научно – практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве» - Алматы, 2016г., том I - С. 114-119.
- [7] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование волновых полей геодинамики в четверти пространства с полостью // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. Россия, г. Новосибирск, 2017г. - Т. 4. - №2. - С. 118-122.
- [8] Масанов Ж.К, Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К., Сарсенов Б.Ш. Распространение упругих и упруго-вязкопластических волн в слоистых полупространствах с полостью. Монография. Военный институт Сухопутных войск. Институт механики и машиноведения им. академика У.А.Джолдасбекова. Алматы, 2017. - 292 с.
- [9] Ж.К.Масанов, Ж.Т.Кожабеков, Г.К. Тугельбаева. Исследование распространения волн в упругом массиве четверти пространства с полостью // Вестник. Международный научных семинар «Актуальные проблемы инженерной механики» посвященный 95-леию академика АН КазССР, доктора технических наук профессора, Заслуженного деятеля науки Казахстана Ж.С.Ержанова. г.Алматы, 2017г. - № 1-2. – С. 26-30 .
- [10] Касымканова Х., Джанголова Г, Бексентова Р, Милетенко Н., Байдаuletова Г., Туреханова В., Жалгасбеков Е., Шмарова И. (2018) Экспресс-оценка геомеханического состояния массива горных пород и методов разработки его укрепления и усиления для безопасного экологического освоения месторождений полезных ископаемых в сложных горно-геологических и горно-технических условиях Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы, 2018г. –№. 6. – С. 37-46.
- [11] Сейтмуратов А., Ергалауова З., Махамбаева И., Бексейтова А. (2018) Осесимметричные задачи колебания упругого слоя ограниченные жесткими или деформируемыми границами // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы, 2018г. - №1. – С. 127-135.
- [12] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К., Мадалиев Т.Б., Алтыбай С., Абдраимов Э.С. Wave spreading in resilient viscous-plastic layer with cavity on the rigid base // Известия НАН РК. Серия геология и технические науки. – 2019. – №4. – С.62-68.
- [13] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Распространение волн в слоистом полупространстве с полостью // Труды XII Всероссийского съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Россия. г.Уфа. 2019г. Том 3. – С. 134-136.
- [14] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Распространение волн в упруго-вязкопластическом слое с полостью, лежащем на упругом основании // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – Новосибирск. – 2019. – т.6, №1.
- [15] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Распространения волны на упруго-вязкопластическом слое с полостью на упругом основании // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы, 2019г. –№.4. – С. 62-69.

Тугельбаева Г.К.

**Күйісі бар серпімді-тұтқырлыпластикалық қабатта толқынның таралуы зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста бет жағынан әсер ететін динамикалық әсерден туындаған серпімді негізде жатқан күйісі бар серпімді-тұтқырлыпластикалық қабатта толқынның таралуы қарастырылады. Берілген мәселені шешуде С.К.Годуновтың «ұзіліс ыдырау» әдісі қолданылған.

Карастырылған есепті зерттеу жолында серпімді-тұтқырлыпластикалық қабаттағы күйістың айналасына, қабаттың шекарасына және серпімді негізге динамикалық жүктеменің әсерін сипаттайтын гиперболалық түрдегі бірінші ретті дифференциальдық тендеулер жүйесі алынған.

С.К.Годуновтың әдісімен динамикалық әсерден туындаған серпімді негізде жатқан күйісі бар серпімді-тұтқырлыпластикалық қабатта толқынның таралуын шешу және зерттеу жолдары, болашақта осы типтес есептерді шығару жолдарын және механиканың басқа бөлімдерін дамытуға себебін тігізеді.

**Түйін сөздер:** кернеулі-деформациялық күй, серпімділік, қабат, серпімді-тұтқырлыпластикалық, күйіс, толқын.

УДК 693.547:624.131

**K.K. Alimova, A.K. Osserbay, Sh.E. Srazhadinova**  
(Satbaev University, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: aliya.userbay@mail.ru, shaxarb@mail.ru)

## FANCOILS FOR HEATING AND COOLING OF ROOMS - EFFICIENCY OF WORK, OPPORTUNITY, SCOPE OF APPLICATION

**Abstract.** Fancoils are a popular climate technology that has many advantages. We tried to collect all the information that will help you figure out what a fan coil is, why the chiller-fan coil system is very popular today. In our proposed article, the construction and components of the climate system are described in detail. Methods for connecting equipment are given and analyzed in detail. We will describe how this system of thermoregulation is arranged and functions.

**Key words:** chiller-fan coil, heating system, cold supply, heat supply, heating, cooler, freon

**К. К. Алимова, Э.К. Өсербай, Ш.Е. Сражадинова**  
(Satbayev University, Алматы, Қазақстан Республикасы)

## ҮЙЛЕРДІ ЖЫЛЫТУҒА ЖӘНЕ САЛҚЫНДАТУҒА АРНАЛҒАН ФАНКОЙЛДАР - ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІ, МУМКІНДІКТЕРІ, ҚОЛДАНУ САЛАСЫ

**Аннатація.** Фанкойл - бұл көптеген артықшылықтары бар танымал климаттық технология. Желдеткіш катушкасы деген не екенін, неге чиллер-желдеткіш катушкалар жүйесі бүгінде өте танымал екенін анықтауға көмектесетін барлық ақпаратты жинауға тырыстық. Біздің ұсынылған макалада климат жүйесінің құрылышы мен құрамдас бөліктепері егжей-тегжейлі сипатталған. Жабдықтарды косу әдістері егжей-тегжейлі беріліп, талданады. Біз терморегуляцияның бұл жүйесі қалай жұмыс істейтінін сипаттайтын боламыз.

**Түйінді сөздер:** чиллер-фанкойл, жылыту жүйесі, салқындау, жылумен жабдықтау, жылыту, салқындақыш, фреон.

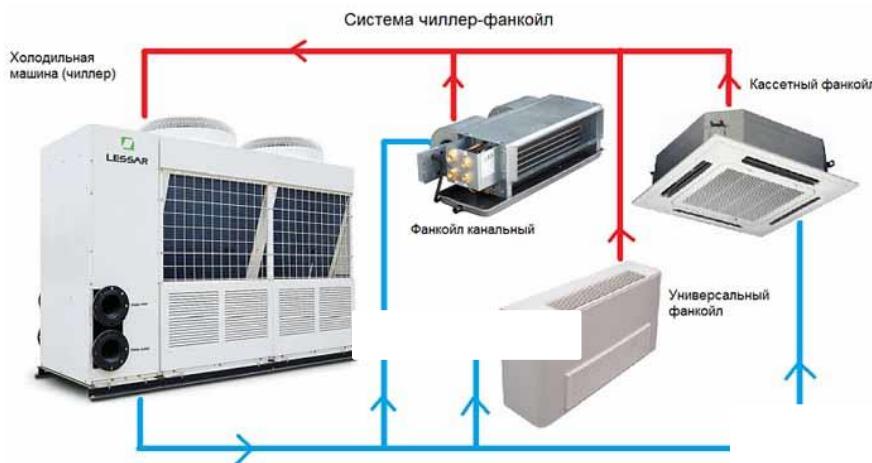
**Кіріспе.** Қазіргі таңда тұрмыстық, жартылай өнеркәсіптік сплит-жүйенің қомегімен үй-жайды жылытууды жүзеге асыру даусыз факт болып табылады, сондай-ақ өнеркәсіптік кондиционердің кез келген түрі қарапайым электр жылдықтарға қарағанда әлдеқайда тиімді. Алайда, сыртқы ауа температурасының төмендеуімен тиімділік азаяды. Сондықтан бөлмені жылыту үшін чиллер-фанкойл жүйесін пайдалануды ерекше атап өткім келеді.

**Фанкойл** - бұл ауаны баптау жүйесінің элементі, ол әдетте "чиллер-фанкойл" жүйесінде қолданылады және қызмет көрсететін бөлмеде орнатылады. Шын мәнінде, бұл желдеткішпен жабдықталған жылу алмастырышы. Бұл жылу алмастырышқа тартылған жылу тасымалдашытың температурасына байланысты.

Фанкойлдармен жылыту қалай жүргізіледі? Бұл бағытта жылыту үшін арнайы жабдық тобы бөлінген және бұл жабдық – жылу сорғылары деп аталады. Фанкойлдардың барлық түрлері (қабырғалық, кассеталық, каналдық, едендік-сорғыш) ауаны жылдытуы мүмкін, бірақ фанкойлдан Жасалған жылы ауа жоғары көтеріледі және фанкойлдың жоғары жағында орналасуы жылдыту үшін нашар әсер береді. Бұл көбінесе арналық және кассеталық фанкойлдарға қатысты. Жылудың жақсы тиімділігі үшін төменгі орналасқан фанкойлдарды немесе биіктігі бойынша ауаның реттелетін шығымын таңдау керек. Жылу беру мүмкіндігі фанкойл конструкциясына байланысты емес. Егер фанкойл сұық пен жылу алу үшін жұмыс істей алған чиллермен бумен жұмыс істесе, фанкойл да ауаны қыздыруға жұмыс істей алады. Егер чиллер тек сұыққа арналған болса, онда тиісінше фанкойл тек ауаны салқындауга жұмыс істей алады.

Фанкойл жылу алмастырыштан, желдеткіштен, ауа сұзгісінен және автоматты реттеу кіші жүйесінен тұрады.

Фанкойлдар орналастыру орны бойынша жіктеледі және қабырғалық, кассеталық, каналдық, едендік және төбелік болады. Бескорпусные фанкойлы монтируют үшін аспалы төбелер және сәндік панельдері. Тағы да фанкойлдар тік және көлденең жіктеледі.



**1-сурет.** Чиллер-фанкойл жүйесінің схемасы

Жылу тасығыш-чиллерден-тоқазытқыш құрал-жабдықтарынан құбырлар бойынша аппаратка түсетін су немесе антифриз. Жылу алмастырыш қызды (салқындастылады), ал жылу немесе суықтан желдеткіштің көмегімен алынады, бұл рециркуляциялаушы ауаның температурасын арттырады (төмендетеді). Аралас жүйелерде таза көшедегі ауаның бір бөлігі болуы мүмкін, бұл фанкойлды ағынды жабдыққа қосу арқылы қол жеткізіледі.

Екі құбыр (тек салқындату үшін) және төрт құбыр фанкойлдары (ауаны салқындату және қыздыру) бар. Фанкойлдардың төрт құбырлық жүйесі бір желдеткіш жеткізгіштерді жылдытуға, ал басқаларын суықта бір мезгілде пайдалануға мүмкіндік береді. Қыста олар орталық жылдыту радиаторлары ретінде жұмыс істей алады. Тиісінше, төрт құбырлық фанкойлдардың бағасы да жоғары.

Жүйедегі суықтың көзі-шатырда, шатырда немесе арнайы бөлінген бөлмеде тұратын үлкен тоқазытқыш машина. Чиллердің жанында берілген қысым кезінде фанкойлдары бар кондиционерлеу жүйесіне сұйық-салқын тасығышты айдайтын сорғы тобы орналасқан.

Қазіргі уақытта бірнеше міндеттерді орындауға қабілетті Galletti фанкойлы бар. Мұндай фанкойл-бұл бір құрылғыда екі жұмыс режимін біріктіретін ішкі блок.

#### *Қабырға фанкойлының негізгі элементтері:*

- Мырышталған металдан жасалған эстетикалық корпус. Жылу оқшаулағыш панельдермен жабылған. Ішкі блокта электрлік қосылу үшін клеммды қорап бар.

- Центрден тепкіш желдеткіштерден тұратын желдеткіш блогы. Желдеткіштер пластиктен жасалған шуыл оқшауланған, шағын көлемді улиттада орналасқан. Электрқозгалтқыштың төрт жылдамдығы бар және желдеткіштермен тікелей жалғанады, дірілге қарсы тіректерде орнатылады, конденсатормен және термозащитпен жабдықталған.

- Жоғарғы тор күн сәүлесіне төзімді пластиктен жасалған, ауа ағынын реттеуге арналған арнайы жалюзи, сондай-ақ дефлектормен жабдықталған. Дефлектор дефлектор жабылған жағдайда жабдықты ажырататын ауыстырып қосқышпен жабдықталған. Дефлектордың болуы бөлмені табиғи конвекция арқылы жылдытуға мүмкіндік береді, желдеткіш өшіріледі.

- Жылу алмастырыш. Фанкойл жылдыту және ауа балтау үшін екі жұмыс режимін қамтамасыз ететін екі жылу алмастырышпен жабдықталған.

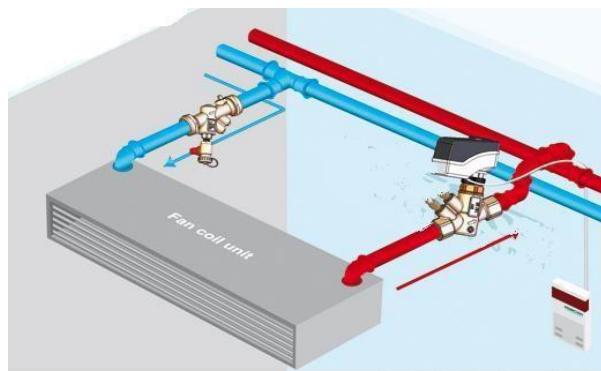
1) алюминий жаңғағы бар мыс тұтіктерінен дайындалатын төрт қатарлы жылу алмастырыш жезден жасалған коллекторлармен және ауаны тұсіруге арналған вентилдермен жабдықталған. Қабыргалар арасындағы едәуір қашықтық конвекция режимінде пайдалану кезінде "каминнің әсерін" арттырады.

2) алюминий жаңғағы бар мыс тұтіктерінен жасалатын аса тиімді жылу алмастырыш ауаны тұсіруге арналған вентилдермен жабдықталған.

Жылу алмастырыштар дәйекті түрде қосылады, осылайша, фанкойл 2в1 екі құбыр жүйесіне қосылуы мүмкін. Егер жалғау құбырын жойса, фанкойл төрт құбыр жүйесіне қосылуы мүмкін. Бұл жағдайда конвекциялық жылу алмастырыш жылдыту контурына, ал екінші жылу алмастырыш – салқындастырыш контурға қосылады.

-Автоматика жүйесі.

- Желдету жүйелеріне арналған ауа сұзгілері ұяшықты құрылымы бар полипропиленнен дайындалады, алмалы-салмалы конструкциясы бар.



**2-сурет.** Фанкойлдың қосылу схемасы

*Жылштуу және кондиционерлеу үшін фанкойлдардың ерекшеліктері:*

- желдеткіштің аз жылдамдығы арқасында ауаны жылдам қыздыру;
- ауаны салқыннату және оны бір аспапта жылшты;
- жылштуу режимінде жұмыс істей кезінде ауаны конвекция жүзеге асырылады;
- шағын өлшемдері;
- екі жылу алмастырғыштың болуы фанкойл алдыңғы панелді жабу және дефлекторды ашу арқылы қолданып бір қозгалысымен табиғи конвекциясымен қызыдуру қондырғысына айналдыруға мүмкіндік береді;
- шағын габариттер, аз салмақ және төмен температура арқасында қарапайым орнату.

*Әр түрлі режимдерде жұмыс істей.*

1. Жылу беру - 3 жұмыс режимі, жылу берудің 5 деңгейі:

1 деңгей – жылштуу қондырғысының режимі, желдеткіш өшірілген, дефлектор-ашық күйде. Ауа температурасын реттеу жылу тасымалдағышты беруді жабатын клапанға эсер ету арқылы термостат көмегімен жүзеге асырылады. Жылу бөлү көмегімен реттеледі. Бұл режимде жұмыс жапқышты жабу кезінде тоқтатылады.

2 деңгей-жылштуу қондырғысының режимі, желдеткіштің ең аз жылдамдығы, дефлектор – ашық күйде. Ауа температурасын реттеу жылу тасымалдағыштың берілуін жабатын желдеткіштер мен клапанға эсер ету арқылы термостат көмегімен жүзеге асырылады. Бұл режимде жұмыс жапқышты жапқанда немесе басқару пультіндегі ауыстырып қосқыштың көмегімен ажыратқанда тоқтатылады.

3, 4 және 5 деңгейлер-жылштуу қондырғысының режимі, желдеткіш жылдамдығы ең азынан максималға дейін, дефлектор – жабық күйде өзгереді. Ауа температурасын реттеу жылу тасымалдағыштың берілуін жабатын желдеткіштер мен клапанға эсер ету арқылы термостат көмегімен жүзеге асырылады. Бұл режимде жұмыс жапқышты жапқанда немесе басқару пультіндегі ауыстырып қосқыштың көмегімен ажыратқанда тоқтатылады.

Дәстүрлі жылштуу түрлерінің тиімсіздігі үй-жайларды жылштуудың жана тәсілдерін іздеуге мәжбүрледі. Қазіргі заманғы технологиялар жылштуу құралдары ретінде фанкойлы сияқты Климаттық құрылғыларды пайдалануға мүмкіндік береді. Орталық кондиционерлеу жүйелерінің маңызды болігі бола отырып, олар тек қана салқыннату үшін жұмыс істей алады. Автономды қазандыққа немесе жылу сорғысына қосылған кезде олар ескірген радиаторлық жабдықты толықтай ауыстыра алады және жылуды алу процесін басқаруда анағұрлым сапалы және икемді ете алады.

*Фанкойлдармен жылштуу артықшылықтары*

Су жылштуу бар үлкен кеңсе, сауда, әкімшілік және өнеркәсіптік ғимараттарда әдеттегі батареялардың орнына орнатылған осындағы желдеткіш жеткізгіштер жылу қуатын 6-7 есеге арттыруға мүмкіндік береді:

- \* үй-жайды жылштуу әлдекайда жылдам;
- \* төмен температурадағы жылу тасымалдағышты пайдалануға болады;
- \* энергия шығынын айтарлықтай үнемдеуге қол жеткізіледі, бұл үлкен алаңның және биіктіктің бөлмелері үшін аса маңызды;
- \* әрбір бөлме үшін жылштуу температурасын орнату мүмкін болады;
- \* қажет болған жағдайда бөлменің бір бөлігінде ауаны салқыннатуға және қалған бөлмені жылштууға болады;

- \* радиаторларды орнату бойынша монтаждау жұмыстарын жүргізуің қажеті жоқ;
- \* тіпті ең қарапайым екі құбыр жүйесі жазда ауаны баптауға және қыста тиімді жылыту жүргізуге мүмкіндік береді;
- \* заманауи басқару автоматикасын пайдалану арқасында температуралық параметрлерді икемді реттеу мүмкіндігі.

2. Кондиционерлеу - 1 жұмыс режимі, жылу берудің 4 деңгейі:

1 деңгей – фанкойл режимі, желдеткіштің ең аз жылдамдығы, дефлектор – жабық күйде. Ауа температурасын реттеу жылу тасымалдағыштың берілуін жабатын желдеткіштер мен клапанға әсер ету арқылы термостат қөмегімен жүзеге асырылады. Бұл режимде жұмыс жапқышты жапқанда немесе басқару пультіндегі ауыстырып қосқыштың қөмегімен ажыратқанда тоқтатылады.

2, 3 және 4 деңгейлер – фанкойл режимі, желдеткіш жылдамдығы ең азынан максималға дейін, дефлектор – жабық күйінде өзгереді. Ауа температурасын реттеу жылу тасымалдағыштың берілуін жабатын желдеткіштер мен клапанға әсер ету арқылы термостат қөмегімен жүзеге асырылады. Бұл режимде жұмыс жапқышты жапқанда немесе басқару пультіндегі ауыстырып қосқыштың қөмегімен ажыратқанда тоқтатылады.

*Фанкойлды монтаждау 2де1.*

Фанкойлдарды орнату және оларға техникалық қызмет көрсету қауіпсіздік ережелерінің талаптарына сәйкес осы жабдық бойынша жоғары білікті маман жүргізуі тиіс.

Жабдық қызмет көрсетілетін үй-жайдың қабырғасына орналастырылады. Монтаждау ерекшеліктері:

- тез тұтанатын заттарды бөлу мүмкіндігі бар үй-жайды блокты орнатуға жол берілмейді;
- оған су түсіү мүмкін жерлерде фанкойл орнатуға тыбым салынады;
- жабдықтың айналасында жеткілікті орын қалдырылады, бұл оны пайдалануды, жөндеуді немесе ластанудан тазартуды жеңілдетеді.

Жабдықтардың қызмет ету мерзімін ұлғайту үшін, сондай-ақ фанкойл үй-жайдында негұрлым қолайлы жағдай жасау үшін қажетті тазалау сыйныбы бар Сүзгіш қондырығымен жабдықталады.

Фанкойл автоматикасын басқару басқару пультінің (ПУ) қөмегімен жүзеге асырылады. Фанкойл жылу тасымалдағышты беруден ажырату үшін бекіту арматурасы қөзделеді, өйткені жылу алмастырыштың айналымы желдеткіш сөндірілген кезде де жүзеге асырылады.

**Қорытынды.** Фанкойлдарды қолдану дәстүрлі жылыту жабдығын қолдану ете шығынды және тиімділігі аз жерде орынды. Мұндай жағдайларда радиаторлар қажетті жылыту дәрежесін қамтамасыз етпейді және энергияның көп мөлшерін босқа жұмсайды. Жобалау кезінде орталық кондиционерлеу қөзделген және коммуникациялар салынған жерлерде әрбір жеке бөлмеде қажетті сипаттамалары бар фанкойл орнату қажет.

Көп пәтерлі үйлердегі ең көп таралған схема – бұл жылу сорғысы функциясы бар чиллерге қосылған фанкойл. Онда ауаны салқыннату/қыздыру режимін міндеттердің өзгеруіне қарай оңай ауыстыруға болады. Чиллер болмаган жағдайда да, фанкойлдарды орталық жылытуға қосу оның тиімділігін жылытылған ауаны тез тарату үшін желдеткіштерді қолдану есебінен арттырады. Коттедждер мен жеке үйлерде жылу генераторының рөлін газ немесе отынның басқа түрлерінде жұмыс істейтін жылыту қазандығы атқаратын қосудың бірнеше басқа схемасы қолданылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Хайт // Жилищное строительство. – 2004. – № 10. – с. 74-78
- [2] Васильев Г. П., Шилкин Н. В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах// АВОК. - 2003. -№ 2. - с. 52-60.
- [3] Энергоэффективные дома (Электронный ресурс) URL: <http://echodom.tripod.com/site/energy.html> (Дата обращения 11.05.2016).
- [4] Энергоэффективные и комфортные дома Дании (Электронный ресурс) URL: <http://portal-nergo.ru/articles/details/id/823> (Дата обращения 02.06.2016).
- [5] Кондиционерлердің түрлері: [Электронды ресурс]. URL: <http://www.houseless.ru/vidy-kondicionerov.html>
- [6] Қабырғалық сплит-жүйесі: [Электронды ресурс]. URL: <http://www.ecocomfort.ru/catalog/conditioners/split/>
- [7] Коляда В.В. Кондиционеры. Принцип работы, монтаж, установка, эксплуатация. Рекомендации по ремонту/Коляда В.В. - М.: СОЛОН - Пресс, 2002.-240с.
- [8] Кондиционерлер: кассеталық сплит-жүйесі: [Электронды ресурс]. URL: <http://www.ohladite.ru/cassete/>
- [9] Кондиционерлердің конструкциялары: [Электронды ресурс]. URL: [http://www.rfclimat.ru/htm/con\\_cons.htm](http://www.rfclimat.ru/htm/con_cons.htm)
- [10] Васильев Г. П., Шилкин Н. В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в

теплонасосных системах.// АВОК. - 2003. - № 2. - с. 52-60.

[11] Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Справочник. (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн.2). Под общей ред. Клименко А.В. и Зорина В.М. М.: Издательство МЭИ. 2001. - 564с.

[12] Системы кондиционирования:// Мир климата. Спецвыпуск «Менеджеру». URL: <http://www.mir-klimata.info/archive/men/art/art2/>

[13] Салқынлату машинасының жұмыс принципі://Мир климата. Спецвыпуск «Монтажнику».

Алимова К. К., Өсербай Ә.К., Сражадинова Ш.Е.

**Фанкойлы для отопления и холодоснабжения помещений – эффективность работы, возможности, сфера применения**

**Резюме.** Фанкойлы — это популярная климатическая техника, у которой много преимуществ. Мы постарались собрать всю информацию, которая поможет вам разобраться, что такое фанкойл, почему система «чиллер-фанкойл» пользуется сегодня большой популярностью. В предложенной нами статье подробно описана конструкция и составные части климатической системы. Приведены и детально разобраны способы подключения оборудования. Мы расскажем, как устроена и функционирует эта система терморегуляции.

**Ключевые слова:** чиллер-фанкойл, система отопления, холодоснабжение, теплоснабжение, обогрев, охладитель, фреон.

ӘОЖ 004.438

<sup>1</sup>G.Kazbekova, <sup>2</sup>K.Zhanpeysova, <sup>3</sup>A.Sagynova, <sup>4</sup>Z.Tursymbekova

(Baishev University, Aqtobe, Kazakhstan

Kazakh university ways of communications, Almaty, Kazakhstan

G\_kazbekova@mail.ru, kzhanpeysova@inbox.ru; sagynova.aidana@mail.ru,

zakira220171@mail.ru)

**PREPARATION OF THE PROGRAM AUTOMATING STUDENT'S SCHEDULE THROUGH  
USING LISTBOX, COMBOBOX, RADIOGROUP COMPONENTS**

**Abstract.** Delphi uses the Delphi programming language for application development, which is based on the Object Pascal language (an object-oriented extension of the standard Pascal language).

All basic Borland Pascal 7.0 constructs are saved in the Delphi language. The object model has undergone a radical transformation. Delphi supports two models at once: the "old" one, which appeared in Turbo Pascal 5.5, and the "new" one, which is focused on the visual programming environment. The combination of old and new models in the same program is declared by Borland as "possible", but it is not recommended to do this without the need.

**Key words:** listbox, combobox, radiogroup, codes.

<sup>1</sup>Г.Н. Казбекова, <sup>2</sup>К.Э. Жанпейсова, <sup>3</sup>А.М. Сагынова, <sup>4</sup> З.Ж. Турсымбекова

(Баишев университет, Актобе, Қазақстан Республикасы, G\_kazbekova@mail.ru,

kzhanpeysova@inbox.ru; sagynova.aidana@mail.ru

Қазақ қатынас жолдар университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,

zakira220171@mail.ru)

**СТУДЕНТТИҢ САБАҚ КЕСТЕСІН АВТОМАТТАНДЫРАТЫН БАҒДАРЛАМАНЫ LISTBOX,  
СОМОВОВОХ, RADIOGROUP КОМПОНЕНТТЕРИН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ДАЙЫНДАУ**

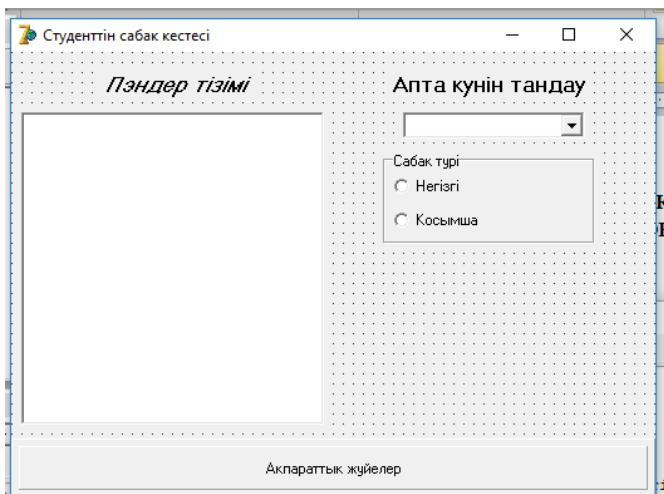
**Аннотация.** Макалада Delphi объектіге бағытталған программалау тілінде listbox, combobox, radiogroup компоненттерінің қызметтері арқылы студенттің сабак кестесін автоматтандыратынпрограмманың дайындалу жолдары қарастырылған. Әрине басқа да жолдармен программаны жазуға болады, дегенмен осы компоненттерді қолданып дайындаудың қолайлы жолы ретінде көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** listbox, combobox, radiogroup, кодтар

### Кіріспе

Бүгінгі таңда көптеген Delphi-де құрылған программалар негізінен өндіріс және бизнес есептерін шешуге бағытталған. Бұл мәлімметтер қорымен және есеп беру жұмыстары басты шешілу керек есептер болып табылады. Delphi ортасы қолданушыға өте ынғайлы, тез программа құруға мүмкіндік береді. Бұл ортаның құрал-саймандары өте көп және керек кезінде актив элемент үшін F1 пернесін басу арқылы көмек алуға болады.

**Негізгі бөлім.** Деректер массивін, деректер тізімін түрлендіру үшін Delphi-де ListBox және ComboBox компоненттері қолданылатындығы белгілі. Олар жолдар тізімін тұрады. ListBox компоненті ашық түрдегі тізімді бейнелейді, ал ComboBox компоненті жиналмалы түрдегі, төмен қарай ашылатын тізімнен тұрады. Екі компоненттің де жолдар тізімін тұратын TStrings типті Items қасиеті болады. Тізімнен таңдалған элементтің индексі ItemsIndex қасиеті арқылы көрсетеді. Ол 0-ден бастап бүтін сандармен нөмірленеді. Егер ешқандай элемент таңдалмаса, онда ItemIndex қасиетінің мәні 1-ге тең болады. Берілген студенттің сабак кестесін автоматтандыратын бағдарламаны құру үшін қолданушы ашылатын тізімнен апта күнін таңдайды. Қарапайым тізімдік терезеде осы күні болатын сабак кестесі шығу керек. Сабактың қосымша түрін таңдаганда қосымша сабак түрі шығу керек:



Ол үшін мынадай компоненттер қойылды: Label1, ListBox1, ComboBox1, Label2, Panel1, RadioGroup1. Жоғарыдағы суреттегідей Object Inspector-де қасиеттері өзгертуледі де тиесілі компоненттерге төмендегідей код жазылады:

```
var
  Form1: TForm1;
  list:TStringList;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.RadioGroup1Click(Sender: TObject);
  Сабак түрі таңдалады, Негізгі немесе Қосымша. 0-негізгі, 1-қосымша.
begin
  case RadioGroup1.ItemIndex of
    0:
      begin
        ComboBox1.Clear;
        ComboBox1.Items.Add(list.Strings[1]);
        ComboBox1.Items.Add(list.Strings[2]);
        ComboBox1.Items.Add(list.Strings[3]);
        ComboBox1.Items.Add(list.Strings[4]);
        ComboBox1.Items.Add(list.Strings[5]);
      end;
    1:
      begin
        ComboBox1.Clear;
        ComboBox1.Items.Add(list.Strings[6]);
      end;
  end;
end;
```

```
ComboBox1.Items.Add(list.Strings[7]);
ComboBox1.Items.Add(list.Strings[8]);
ComboBox1.Items.Add(list.Strings[9]);
ComboBox1.Items.Add(list.Strings[10]);
end;
end;
end;
```

Төменгі кодта апта күндері меншіктеледі, Негізгі және Қосымша сабак түрлеріне байланысты екі рет меншіктеліп отыр.

```
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
list := TStringList.Create;
list.Add('0');
list.Add('Дүйсенбі');
list.Add('Сейсенбі');
list.Add('Сарсенбі');
list.Add('Бейсенбі');
list.Add('Жума');
list.Add('Дүйсенбі');
list.Add('Сейсенбі');
list.Add('Сарсенбі');
list.Add('Бейсенбі');
list.Add('Жума');
end;
```

RadioGroup –та ‘0’ таңдалса, аптаның бес күнінде өткізілетін негізгі пәндер тізімі ListBox1-де шығады, ’1’ таңдалса, аптаның бес күнінде өткізілетін қосымша пәндер тізімі ListBox1-де шығу үшін жазылатын код:

```
procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
ListBox1.Clear;
if RadioGroup1.ItemIndex=0
then
begin
if ComboBox1.ItemIndex=0
then ListBox1.Items.Add('Акпараттық жүйедегі маліметтер базасы');
if ComboBox1.ItemIndex=0
then ListBox1.Items.Add('Касіпкерлік кызметті уйымдастыру');
if ComboBox1.ItemIndex=0
then ListBox1.Items.Add('Объектіге бағытталған бағдарламалай-І');
if ComboBox1.ItemIndex=0
then ListBox1.Items.Add('Объектіге бағытталған бағдарламалай-І');
if ComboBox1.ItemIndex=0
then ListBox1.Items.Add('IT-Инфраструктура');
if ComboBox1.ItemIndex=1
then ListBox1.Items.Add('Мультимедиалық технологиялар');
if ComboBox1.ItemIndex=1
then ListBox1.Items.Add('C# бағдарламалау түрі');
if ComboBox1.ItemIndex=1
then ListBox1.Items.Add('C# бағдарламалау түрі');
if ComboBox1.ItemIndex=1
then ListBox1.Items.Add('Акпараттық жүйедегі маліметтер базасы');
if ComboBox1.ItemIndex=1
then ListBox1.Items.Add('Касіпкерлік кызметті уйымдастыру');
if ComboBox1.ItemIndex=2
then ListBox1.Items.Add('Мультимедиалық технологиялар');
if ComboBox1.ItemIndex=2
```

```
then ListBox1.Items.Add('Мультимедиалық технологиялар');
if ComboBox1.SelectedIndex=2
then ListBox1.Items.Add('C# багдарламалау түрі');
if ComboBox1.SelectedIndex=2
then ListBox1.Items.Add('Акпараттық жүйедегі маліметтер базасы');
if ComboBox1.SelectedIndex=2
then ListBox1.Items.Add('Акпараттық жүйедегі маліметтер базасы');
if ComboBox1.SelectedIndex=3
then ListBox1.Items.Add('C# багдарламалау түрі');
if ComboBox1.SelectedIndex=3
then ListBox1.Items.Add('Объектіге багытталған багдарламалау-І');
if ComboBox1.SelectedIndex=3
then ListBox1.Items.Add('Объектіге багытталған багдарламалау-І');
if ComboBox1.SelectedIndex=3
then ListBox1.Items.Add('Мультимедиалық технологиялар');
if ComboBox1.SelectedIndex=3
then ListBox1.Items.Add('Объектіге багытталған багдарламалау-І');
if ComboBox1.SelectedIndex=4
then ListBox1.Items.Add('C# багдарламалау түрі');
if ComboBox1.SelectedIndex=4
then ListBox1.Items.Add('IT-Инфраструктура');
if ComboBox1.SelectedIndex=4
then ListBox1.Items.Add('IT-Инфраструктура');
if ComboBox1.SelectedIndex=4
then ListBox1.Items.Add('IT-Инфраструктура');
end;
begin
if RadioGroup1.SelectedIndex=1
then
begin
if ComboBox1.SelectedIndex=0
then ListBox1.Items.Add('Философия');
if ComboBox1.SelectedIndex=0
then ListBox1.Items.Add('Философия');
if ComboBox1.SelectedIndex=1
then ListBox1.Items.Add('ИКТ');
if ComboBox1.SelectedIndex=1
then ListBox1.Items.Add('ИКТ');
if ComboBox1.SelectedIndex=2
then ListBox1.Items.Add('Ағылшын');
if ComboBox1.SelectedIndex=2
then ListBox1.Items.Add('Ағылшын');
if ComboBox1.SelectedIndex=4
then ListBox1.Items.Add('Казакстанның казіргі заман тарихы');
if ComboBox1.SelectedIndex=4
then ListBox1.Items.Add('Казакстанның казіргі заман тарихы');
end;
end;
end;
```

Нәтижесінде, студенттің автоматтандырылған сабак кестесі алынады.

**Қорытынды.** Қазіргі кезде техника және ақпарат көздері өте қарқынды жылдамдықпен дамуда, сондықтан жаңаны тез менгеріп, жетілдіріп отыруға тиістіміз және де бұрынғыны да ұмытпау керекпіз. Қорыта алғанда, Delphi ортасында программалар жазуда кіріспе ретінде осы программа көмегімен басқа программаларды құруда негізге ала отырып жазуга болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Дарахвелидзе, П.Г. Delphi 2005 для Win32 наиболее полное руководство / П.Г. Дарахвелидзе, Е.П. Марков. - М.: БХВ-Петербург, 2012. - 508 с.
- [2] Климова, Л. М. Delphi 7. Основы программирования. Решение типовых задач. Самоучитель / Л.М. Климова. - М.: КУДИЦ-Образ, 2011. - 480 с.
- [3] Культин Н.Б. Delphi в задачах и примерах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
- [4] Медешова А.Б. Мухамбетова Ф.Г. Turbo Pascal және Delphi тілдерінде программалау, Орал, 2012
- [5] Архангельский, А. Я. Delphi 2006. Язык Delphi, классы, функции Win32 и .NET. Справочное пособие / А.Я. Архангельский. - М.: Бином-Пресс, 2011. - 790 с.
- [6] Бобровский Delphi 7. Учебный курс / Бобровский, Сергей. - М.: СПб: Питер, 2015. - 736 с.
- [7] Культин, Н. Delphi .NET в задачах и примерах (+ CD-ROM) / Н. Культин. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 256 с.

Казбекова Г.Н., Жанпейсова Қ.Ә., Сагынова А.М., Тұрсымбекова З.Ж.

**Разработка автоматизированной программы расписания студентов с использованием компонентов Listbox, Combobox, Radiogroup**

**Резюме.** В Delphi официальное начало любой программы однозначно отличается от остальных частей кода, поэтому необходимо поместить в конкретную, единичную в проекте исходную информацию с расширением дрг (в то время как другие исходные файлы программы имеют расширение pas). С-подобные языки программирования обычно используют глобальную функцию или статический метод, называемый main, который может быть расположен в любом из файлов исходного кода проекта.

В Delphi метод или функция четко определены зарезервированные для этого ключевые слова процедуры или функции, тогда как в С-подобных языках разница вызвана определением типа возвращаемого значения. Ключевые слова begin и end обозначают начало и конец программного блока, в то время как в языке программирования C-like для этих целей используются фигурные скобки {}. Таким образом, Delphi добился лучшей читабельности.

ӘӨЖ 004.438

**<sup>1</sup>G.Kazbekova, <sup>2</sup>K.Shurahanova, <sup>3</sup>Z.Tursymbekova, <sup>4</sup>E.Medeuov**

(Baishev University, Aqtobe, Kazakhstan E-mail: G\_kazbekova@mail.ru, kanshaim5959@mail.ru,  
erbol\_medeuov@mail.ru

Kazakh university ways of communications, Almaty, Kazakhstan  
zakira220171@mail.ru)

**DESCRIPTION OF ARRAYS IN JAVA AND  
USE THE SORT METHOD ON IT**

**Abstract.** Java is a general-purpose programming language that is class-based, object-oriented, and designed to have as few implementation dependencies as possible. It is intended to let application developers write once, run anywhere (WORA), meaning that compiled Java code can run on all platforms that support Java without the need for recompilation.

Sorting data means arranging it in a certain order, often in an array-like data structure. You can use various ordering criteria, common ones being sorting numbers from least to greatest or vice-versa, or sorting strings lexicographically.

There are various sorting algorithms, and they're not all equally efficient. We'll be analyzing their time complexity in order to compare them and see which ones perform the best.

**Key words:** sorting data, array, bubble sort, Java programming language commands.

**<sup>1</sup>Г.Н. Казбекова, <sup>2</sup>К.Ш. Шураханова, <sup>3</sup>З.Ж. Тұрсымбекова <sup>4</sup> Е.К. Медеуов**

(Баишев университет, Ақтөбе, Қазақстан Республикасы, G\_kazbekova@mail.ru,  
kanshaim5959@mail.ru, erbol\_medeuov@mail.ru

Қазақ қатынас жолдар университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,  
zakira220171@mail.ru)

**JAVA-ДА МАССИВТЕРДІ СИПАТТАУ ЖӘНЕ ОЛАРҒА  
СҮРҮПТАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ**

**Андратпа.** Java-был кластарға негізделген, объектілі-бағытталған және іске асыруға барынша аз тәуелділікке ие болуга арналған әмбебап бағдарламалау тілі. Ол қосымшаларды әзірлеушілерге бір рет жазуға, кез келген жерде (WORA) жұмыс істеуге мүмкіндік беруге арналған, бұл Java компиляцияланған коды кайта қалпына келтірудің қажеті жок, Java қолдайтын барлық платформаларда жұмыс істей алады.

Деректерді сұрыптау оларды белгілі бір ретпен, көбінесе деректерді массивке ұқсас құрылыммен реттеу дегенді білдіреді. Сіз әр түрлі реттеу критерийлерін пайдалана аласыз, олардың жалпы-сандарды ең кішінен ең үлкен немесе керісінше сұрыптау, немесе жолдарды лексикографиялық сұрыптау. Әртүрлі сұрыптау алгоритмдері бар және олар бірдей тиімді емес.

**Түйінді сөздер:** деректерді сұрыптау, массив, көпіршікті сұрыптау, Java бағдарламалау тілінің командалары.

### Kіріспе

Ақпараттық қызметтер мен түрлі бағдарламалар нарығында күн сайын әр түрлі жаңалықтар пайда болады. Программа құру үшін көптеген программалар тілдері қолданылады. Программа құру үшін программист ең ыңғайлы тілді дұрыс таңдау маңызды мәселе.

Java тілі бүкіл әлемде кеңінен қолданылады. Қазіргі уақытта Java-технологиясын білу бағдарламашыны беделді фирмама жұмыска қабылдау ғана емес, сонымен қатар жалпы оның кәсіби құзыреттілігінің маңызды критерийлерінің бірі болып табылады. Java-технологиясының негізгі компоненттері: Java-дың объектілі - бағытталған бағдарламалау тілі; компилятор (javac) және виртуалды машинасын (JVM) қамтитын Java Development Kit (JDK) базалық инструментальды кешені; кітапхананың толық және мүмкіндіктері бойынша бірегей (Java API).

Java-технология үш басылымда (editions) қол жетімді: Java Standard Edition (JSE) – үстел компьютерлері үшін, Java Enterprise Edition (JEE) – корпоративтік бағдарламалық шешімдерді әзірлеу үшін; Java Micro Edition (JME) - ұялы құрылғылар үшін. Қазіргі уақытта Java-технологиясының иесі және әзірлеушісі Oracle компаниясы болып табылады.

Java бағдарламасын жазу үшін қарапайым мәтіндік редактор жеткілікті, бірақ, әрине, мұндай опцияны IDE деп аталатын қосымшаларды әзірлеудің кәсіби ортасын (Integrated Development Environment) пайдалана отырып, IntelliJ IDEA орнатқан жөн.

IntelliJ IDEA әр компоненті әзірлеудің өнімділігін барынша арттыру үшін арнайы жасалған. Эргономикалық дизайнмен үйлесімде ақылды код редакторы әзірлеуді тиімді ғана емес, сонымен қатар жағымды етеді.

IntelliJ IDEA бастапқы кодын индекстеуден кейін жылдам және тиімді әзірлеу үшін көптеген мүмкіндіктер береді: ақылды авто толтыру, нақты уақыттағы кодты талдау және сенімді рефакторингтер.

Негізгі бөлімде жасақталған программа да осы IntelliJ IDEA ортасында дайындалған.

**Негізгі бөлім.** Бағдарламалаудың кез-келген тілі бір типтегі мәліметтердің үлкен көлемімен жұмыс істеуге ыңғайлы массивтерді қолданады.

Массив дегеніміз - бір типті айнымалылардың аталған жиынтығы. Берілген массивтің әр айнымалысы массив элементі деп аталады. Массивтің белгілі бір элементіне сілтеме жасау үшін индекс деп аталатын бүтін санмен бірге массивтің атауын білу керек. Индекс массивтің басына қатысты белгілі бір элементтің орнын көрсетеді. Бірінші элемент 0 индексіне, екіншісі 1 индекске, үшінші элемент 2 индекске ие болатынына назар аударыңыз. Бұл шешімді массивтерді нөлден санауды бастауға ыңғайлы математиктер қабылдады.

Массивтің айнымалысын тік төртбұрышты жақшаның көмегімен сипаттауға болады:

```
int[] mass; // массив айнымалысын сипаттау
```

немесе балама түрде

```
int mass[]; // басқаша варианты
```

Біз массивті жарияладық, бірақ ол әлі де жоқ, өйткені ол мәліметтермен толтырылмаған.

Шындығында, массивтің мәні null.

Массивтің айнымалы мәнін жариялағаннан кейін, сіз типті және өлшемді көрсете отырып, жаңа кілт сөзді қолдана отырып, жиынды өзініз анықтай аласыз. Мысалы, массив 10 бүтін саннын тұруы керек:

```
mass = new int[10];
```

Сіз бір уақытта айнымалы мәнді жарияладап, жиынды анықтай аласыз (негізінен осылай жасалады):

```
int[] mass = new int[10];
```

Егер массив осылайша құрылса, онда массивтің барлық элементтері автоматты түрде әдепкі мәндерге тағайындалады.

Мысалы, сандық мәндер үшін бастапқы мән 0 болады. Boolean типтегі массив үшін бастапқы мән false (жалған) болады, char типті массив үшін null.

Егер сіз он таңбалық жолдан тұратын жиынды жарияласаңыз, төмендегіше сипатталады:

```
string[] masNames = new String[10];
```

10 бос жол қою үшін код төмендегіше болады:

```
for (int i = 0; i < 10; i++)
```

```
    masNames[i] = "";
```

Массивтің айнымалы мәнін жариялағаннан кейін, тең белгіні, содан кейін жақшаға салынған элемент мәндерінің тізімін қосыңыз. Бұл жағдайда new кілт сөз пайдаланылмайды:

```
int[] mas = {2, 5, 7, 8, 3, 0}; // 6 элементтен тұратын массив
```

Екі әдісті араластыруға болады. Мысалы, егер сіз массивтің кейбір элементтері үшін мәндерді нақты орнатқыңыз келсе, ал қалғандарында бастапқы мәндер болуы керек.

```
int[] mas = new int[6]; // әрбір элементі үшін бастапқы мәні 0-ге тең 6 элементтен тұратын массив
```

```
mas[3] = 5; // төртінші элементке 5 мәні меншіктеліп тұр.
```

```
mas[5] = 7; // алтыншы элементке 5 мәні меншіктеліп тұр.
```

Массивтер көбінесе циклдарда қолданылады. Айталық, 5 мысық ұсталған тышқандардың саны туралы хабарлады. Арифметикалық орташа мәнді қалай табуға болады:

```
int[] mice = {4, 8, 10, 12, 16};
int result = 0;
for(int i = 0; i < 5; i++){
    result = result + mice[i];
}
result = result / 5;
mInfoTextView.append("арифметикалық ортасы: " + result);
```

Массив өрістің length ұзындығынан тұрады, оны окуға болады (бірақ өзгермейді). Бұл сізге массивтегі элементтер санын алуға мүмкіндік береді. Массивтің соңғы элементі - әрқашан тышқандар [mice.length - 1]. Алдыңғы мысалды келесідей қайта жазуға болады:

```
int[] mice = { 4, 8, 10, 12, 16 };
int result = 0;
```

```
for (int i = 0; i < mice.length; i++) {
    result = result + mice[i];
}
```

Мысалы, бір өлшемді массивті көпіршік арқылы сұрыптау әдісін қолданып, программасын құрайық:

```
package com.company;
```

```
package com.company;
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Integer[] m = {1, 34, 35, 23, 32, 299, 1, 024, -123, 1};
        for (int i = 0; i < m.length; i++) {
            int num = m[i];
            for (int j = i - 1; j >= 0; j--) {
                int LeftNumber = m[j];
                if (num < LeftNumber) {
                    m[j+1] = LeftNumber;
                    m[j] = num;
                } else {
                    break;
                }
            }
        }
        for (Integer n : m) {
```

```
        System.out.print(n + " ");
    }
}
}
```

Программа нәтижесінде бүтін типті m = {1, 34, 35, 23, 32, 299, 1, 024, -123, 1} массивін сұрыптау нәтижесінде нәтиже

```
-123 1 1 1 20 23 32 34 35 299
```

```
Process finished with exit code 0
```

**Қорытынды.** Бағдарламалық қамтамасыз етуді өзірлеу кезінде сұрыптау алгоритмдерін таңдаудың дұрыстығы маңызды рөл аткарады. Бұл таңдаудың дұрыстығына алгоритмнің соңғы тиімділігі байланысты. Жоғары сыныпты өндөрші өзі жұмыс істейтін деректерді талдай білуі және платформада стандартты құрылымдағы аспап ретінде іске асырылған ең кең таралған алгоритмді таңдау қана қоймай, сондай-ақ осындай алгоритмді қолданудың орындылығын бағалай білуі тиіс.

Қорыта келе, бұл мақала IntelliJ IDEA платформасында массивтермен жұмыс жасауда кіріспе ретінде жазылды. IntelliJ IDEA платформасын мүмкіншіліктері мол қуатты платформалар қатарына жатқызуға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] А.Н.Васильев JAVA. Объектно-ориентированное программирование: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2011. – 400с.
- [2] Ляфоре Р. Структуры данных и алгоритмы в Java. Классика Computer Science. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2018. – 704 с.
- [3] Будихин А.В., Пашков Д.А., Домбровский Д.А. Информационная обучающая среда с использованием java-технологий// Качество. Инновации. Образование. – 2010. - № 10. — С. 62–67.
- [4] Кнут Д.Е. Искусство программирования//Том 3. изд. - М.: Диалектика. Сортировка и поиск. -2019. – С.832
- [5] Кормен, Т., Лейзерсон, Ч., Ривест, Р., Штайн Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms / Под ред. И. В. Красикова. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2005. - 1296 с.
- [6] Дональд Эрвин Кнут, Искусство программирования. Том 1. Основные алгоритмы. — СПб.: Вильямс, 2015. — 720 с.
- [7] Роберт Седжвик, Кевин Уэйн, Алгоритмы на Java. — СПб.: Вильямс, 2016. — 848 с.
- [8] Томас, Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Алгоритмы. Построение и анализ. — СПб.: Вильямс, 2016. — 1328 с.

Казбекова Г.Н., Шураханова К.Ш. .., Турсымбекова З.Ж., Медеуов Е.К

#### Описание массивов в JAVA и использование методов для сортировки

**Резюме.** Java-это универсальный язык программирования, основанный на классах, объектно-ориентированный и предназначенный для получения минимальной зависимости от реализации. Он предназначен для предоставления разработчикам приложений однократно записывать, работать в любом месте (WORA), это может работать на всех платформах, поддерживаемых Java, которые не требуют восстановления компилированного кода Java.

Сортировка данных означает упорядочение их в определенной последовательности, в частности, с структурой, аналогичной массиву данных. Вы можете использовать различные критерии регулирования, из которых общее количество-сортировать наибольшее или наоборот из наименьшего числа, или лексикографическую сортировку строк. Существуют различные алгоритмы сортировки, и они не одинаково эффективны.

**Ключевые слова:** сортировка данных, массив, пузырьковая сортировка, команды языка программирования Java.

УДК 72.036 (574)

**S.A. Donchenko, K.I. Samoilov**  
(Satpayev University, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: donchenko.semen@inbox.ru, samconiv@mail.ru)

## ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING FEATURES BRAZIL DEVELOPMENT

**Abstract.** The article tells about the construction of the city of Brasilia, built by one of the outstanding architects of the twentieth century - O. Niemeyer and engineer L. Costa, describes architectural ensembles of the city of Brasilia, talks about the features of the city's development, and the urban development experience of the city of Brasilia for the development of such metropolitan cities, their relationship with domestic counterparts, the capital of the Republic of Kazakhstan, the city of Nur-Sultan.

**Keywords:** metropolis of the new time, functional architecture, political center, simple proportions, uniqueness of the plan, the area of "Three authorities", the pro-spectrum of ministries, "Palace of Dawn".

**С. А. Донченко, К. И. Самойлов**  
(Satpayev University .Алматы, Казахстан)

## АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ г. БРАЗИЛИА

**Аннотация.** В статье рассказывается о строительстве г. Бразилии, построенного одним из выдающихся архитекторов двадцатого века - О. Нимейером и инженером Л. Коста, даётся описание архитектурных ансамблей г. Бразилии, говорится об особенностях застройки города , и градостроительном опыте г. Бразилии для развития подобных столичных мегаполисов, их соотношение с отечественными аналогами-столицей Республики Казахстан, г. Нур-Султан.

**Ключевые слова:** метрополия нового времени, функциональная архитектура, политический центр, простые пропорции, уникальность плана, площадь «Трех авторитетов», проспект министерств, « Дворец рассвета».

Развитие столичных мегаполисов в течение двадцатого века привело к созданию концепции города, выполняющего достаточно большой спектр функций: это и город – столица, и мегаполис призванный быть «лицом» государства. Подобные города также выполняют функции своеобразного «ориентира», призванного отображать наиболее передовые мысли в области градостроительства, конструкций зданий, стилей и уровня комфорtnого проживания людей.

Идея создания таких городов не нова, но принципиально новыми по своей сути являются подходы к проектированию и созданию благоприятной городской среды для людей в целом [3].

В этой статье рассматриваются основные аспекты развития и строительства одного из самых спорных, необычных проектов градостроительства XX века, столицы Республики Бразилии-г. Бразилии.

Опыт строительства г. Бразилии актуален в сфере развития современных столичных мегаполисов-приведём пример: особенности развития столицы Республики Казахстан-г. Нур-Султан. Этапы хронологии развития г. Бразилии интересны для сопоставления их с развитием г. Нур-Султан, они позволяют выделить закономерности городского развития, и определить положительные и отрицательные стороны при планировании и переустройстве существующих пространств городской среды. Здесь важен постепенный «переход» от традиционного типа города, безусловно, современного, рассчитанного на большое количество населения, к типу города-мегаполиса, города близкого к так называемой разновидности «умного города», в котором удастся избежать градостроительных ошибок прошлых мегаполисов, это-начало постепенного процесса «трансформации» городского пространства, и г. Бразилии-лишь один из первых масштабных примеров.

Процесс трансформации из города-мечты начала 1900-1910 гг. двадцатого века, в Бразилии протекал довольно сложно, так как ещё в архитектуре Бразилии были сильны старые «колониальные» стили.

В период XVII-XVIII веков окончательно складывается образ городского плана в странах Латинской Америки, во многом являющийся копией старых городов Испании, но уже с элементами самобытности, присущими многим колониальным городам Латинской Америки. Необходимо для

лучшего понимания немного рассказать об истории развития градостроительной традиции в городах Латинской Америки-имевших много схожего с подобной архитектурой колониального периода не только в Испании, но и в Португалии.

Древнейшие города Бразилии значительно отличаются от городов Новой Испании свободным расположением зданий, кривых разветвленных улиц. Если в городах Мексики и Перу главная площадь представляет собой четкий замкнутый прямоугольник, все стороны которого застроены зданиями различного назначения, то обычно на главной площади городов Бразилии (Мариана, Оулу-Прету и т. д.) площадь украшена газоном неправильной формы, расположенным по середине площади, по бокам от газона расположены отдельные и, следовательно, воспринимаемые объемно богато украшенные здания по своему силуэту и пластике. Боковые фасады, просматриваемые в промежутках между ними, формируют композицию экsterьера в глубине здания и окружающего ландшафта [1, с. 13].

Строительство нового города с принципиально новой на тот момент системой планировки послужило началом создания интересного архитектурного пространства, одной из задач которого являлась «социальная направленность» возводимого административного и политического центра Бразилии.

Особенного внимания заслуживают правительственные здания, возведённые в центральном районе Бразилии-не только как элементы единой ансамблевой застройки, но и как носители определённой символики, помимо обыденного «утилитарного» функционализма.

Архитектура и ансамбли Бразилии безусловно функциональны, но О. Нимейер также старался сделать архитектуру Бразилии ещё и частью окружающего пейзажа, создать гармоничное сочетание всех объёмов и цветов, фактуры материалов-используя при этом минимум средств.

Прологом к появлению архитектуры Бразилии становится бразильская архитектура «нового времени». Здесь важен поэтапный переход от типа колониального города-метрополии к типу абсолютно «нового» города.

Формирование бразильской архитектуры «нового времени», образа нового города-метрополии складывается к концу 1940-х годов, этот процесс протекает на протяжении всего двадцатого века, отличаясь только новыми факторами, вызывающими последующие изменения и меняющими стиль и формы городского развития - это связано, прежде всего, с такими факторами, как: развитие технологий, смена архитектурных стилей, практические соображения или климатические условия, при которых проект городского развития может существенно измениться [4, с. 2].

На рубеже 50-60-х годов стало широко известно, что это беспрецедентная урбанизация среди стран Латинской Америки - бразильцы начали строить в пустыне, в глубине материка, огромный новый город, будущую столицу страны и построили его в невероятно короткие сроки [1, с. 7].

Для лучшего понимания необходимо привести некоторые хронологические этапы по истории развития архитектуры Бразилии.

Современная архитектура Бразилии привлекла пристальное внимание в Европе и Северной Америке вскоре после Второй мировой войны. Строительство новой столицы показало, что бразильская архитектура достигла подлинной творческой и технической зрелости. Бразильская архитектура стала первой национальной школой в жарком климате. Архитекторы создали арсенал оригинальных и конструктивных приемов, отвечающих природным условиям. Работая в промышленно развитых странах, основатели современного направления в архитектуре создали свои творческие принципы для условий промышленного производства, при относительно высоком материальном и культурном уровне населения. В Бразилии, как и в некоторых других странах Латинской Америки, в развивающейся стране сложилась своеобразная архитектурная школа, продолжающая культурные традиции людей, с характерными контрастами современности и отсталости, автоматизации и примитивных технологий.

Современная бразильская архитектура практически «началась» (по мнению О. Нимейера) со строительства здания Министерства образования и здравоохранения Рио-де-Жанейро на рубеже 30-х и 40-х годов [1, с. 11], [4, с. 25].

План новой столицы представлял из себя принципиально новый тип городской планировки и соответствовал представлению О. Нимейера и Л. Коста об образе современного города, сильно отличавшегося от старых провинциальных центров Бразилии.

Провинциальные центры Бразилии находились в далёких от побережья регионах, поэтому баланс экономики был нарушен в пользу побережья, из-за которого обширные пространства далёких регионов страны оставались неразвитыми. Строительство и разработка генерального плана новой столицы проходила под непосредственным покровительством нового президента Бразилии Жуселину Кубичек-ди-Оливейра.

Город будущего на плане под названием Пилото (порт.-Plano Piloto), в то же время выглядит как крест, и самолет, и лук со стрелой, и птица в полете. Сам Коста говорил о бабочке [2, с. 10-12].

Город, задуманный и построенный по единому плану, воплощает мечту об идеальном технополисе. Были разработаны автономные системы движения для пешеходов, автомобилей и общественного транспорта, здесь нет перекрестков, и даже сейчас, когда автомобилей и людей намного больше, пробок нет. Да и центра столицы в европейском понимании тоже нет. Пять широких дорог прорезали его. Разделенные пространством в 200 метров, они расходятся в разные стороны. В некоторых местах Нимейер вел дорогу под землю, «чтобы машины не мешали передвижению людей». (В идеале он хотел, чтобы автомобили проезжали на высоте двух метров над квадратами, которые традиционно не будут ограничиваться зданиями со всех сторон, чтобы человек, находясь на своей площади, мог видеть только бесконечность вокруг ...) Знаменитая тройка Площадь Власти, занимает «носовую» часть виртуального самолета. Две разные оси Бразилии разделены функциями. «Корпус» (ось восток-запад) - отдан правительственныйм зданиям. Крылья (север - юг) - жилые районы, в каждом из которых есть своя торговая улица, своя школа, автостоянка, церковь. В каждом микрорайоне есть спортивный комплекс. В зеленых жилых кварталах почти нет автомобильного движения, везде мир и чистый воздух. Жилые улицы соединены в «суперкадрах» (кварталах) с улицами, предназначенными для торговли и отдыха. Есть много парков - в Бразилии на человека больше зелени, чем в других городах страны. И даже самые простые дома для госслужащих (не выше шести этажей) устроены так, что из окон домов не видно соседних. Типичные министерские здания Бразилии расположены в «корпусе» самолета. Проектировщики учли розу ветров и расположили здесь искусственные резервуары таким образом, чтобы воздушные потоки, распространяющиеся вдоль эспланады шириной 300 метров, приносили в город влажную прохладу - дома, поднятые на столбах, пропускали их свободно. Были даже выбраны растения для озеленения жилых кварталов: широколиственные породы были предпочтительнее.

В 1966 году, согласно проекту, разработанному совместно с Луисом Коста, Нимейер начал работу над строительством Национального театра в столице. Форма усеченной пирамиды впоследствии сделала его одним из самых выделяющихся зданий г. Бразилии. Три зрительных зала (на 60, 407 и 1407 человек) рассчитаны на разный масштаб выступлений и концертов.

Последними зданиями Нимейера в Бразилии были Национальная библиотека, построенная в простых и благородных пропорциях параллелепипеда, и Национальный музей (оба в 2006 году, основанные на ранних проектах 1950-х годов) с куполообразным пространством. Сам архитектор сказал: «Что меня больше всего радует, так это то, что иногда при создании важного проекта, такого как, например, музей Бразилии, мы можем предложить любую вещь, которая не только не была запланирована, но даже не имела необходимости. Так, например, при проектировании музея я создал определенную веранду, которая выходит на улицу с одной стороны здания и входит в нее с другой. Возможно, это не так, но все, кто туда добирается, любят гулять по нему ... ». Таким образом, в архитектурном облике Бразилии Нимейер сочетал куполообразные и пирамидальные формы, стреловидные колонны, чаши - контрастируя с параллелепипедами. Гармония была рождена не только модульным сопряжением искусственных форм, но и природной средой, созданной по замыслу архитекторов [2, с. 20].

По прямой линии самый широкий проспект министерств пересекает весь город. Эта так называемая эспланада напоминает стрелу, корпус птицы, фюзеляж самолета, в носовой части которого расположен район Трех Властей - через него проходят основные магистрали («монументальные оси»). С точки зрения плана территория представляет собой равносторонний треугольник, символизирующий равенство законодательной, исполнительной и судебной власти. Это правительственный центр столицы, и его смысловые акценты воплощены в административных зданиях на нем. Нимейер признался: «В концепции создания этих дворцов меня также беспокоит атмосфера, которую они создадут на площади трех властей» [2, с. 34].

Две 28-этажные башни Секретариата Национального конгресса - еще один знак равенства, только между небом и землей. Рядом находятся параллелепипеды зданий Сената и Палаты представителей, соединенные между собой переходами, так что они образуют единый стилобат. Корпус увенчен симметрично расположенными куполами, белоснежными чашами. Оскар Нимейер сказал, что он проектировал их в форме полушарий исключительно по функциональным причинам, поскольку эта форма обеспечивает превосходную акустику и создает дополнительный внутренний объем, в котором члены Конгресса могли бы лучше слышать и видеть друг друга. Тем не менее, более

сложные ассоциации неизбежны: Нимейер «встроил» свои «чаши» в виде радаров для приема сигналов и радиоволн, которые проникают, заполняют и питают окружающее пространство. Таким образом, здание Сената (Федерального Собрания) с его «синим» залом заседаний символизирует связь с космическими энергиями, поскольку его радарная чаша направлена к небу. Симметричное ему здание Палаты представителей (нижняя палата - палата депутатов) увенчано перевернутой чашей, плоским кубом, словно поглощающим энергию земли, и поэтому его зал «зеленый».

Справа от Национального конгресса находится здание Верховного федерального трибунала (1970 г.). Архитектурный акцент здесь был подчеркнут большими изогнутыми солнцезащитными козырьками и вертикальными планками, соединенными арочными концами. Слева - дворец - «кабинет» президентского аппарата, Дворец Планалто (плато), символ исполнительной власти. Четырехэтажный Планалту (порт.-Palácio do Planalto), построенный всего за полтора года, занимает площадь 36 000 м<sup>2</sup>. В его комплекс также входят четыре смежных здания. Сам дворец представляет собой квадрат с точки зрения строительства с непрерывным остеклением стен. Однако проникновение горячих лучей во внутреннее пространство предотвращается плоской крышей, которая сильно выступает из-за пика (общий прием архитектора для зданий в аналогичном климате, который защищает от солнечного света) и столбов, которые архитектор назвал перья, падающие на землю [2, с. 36-38].

Другой дворец - резиденция главы республики, дом его семьи (и первая постройка новой столицы) - расположен на берегу Паранайского водохранилища. Благодаря своему расположению - на восточной стороне - он называется Дворцом Рассвета, Паласио да Альворада (порт.- Palácio da Alvorada.). Нимейер использовал стреловидные колонны в обоих дворцах. Разница была в том, что в Планалте они были более плоскими и располагались перпендикулярно. Нимейер писал: «Во дворцах Планалто, Супремо и Альворада можно отметить форму колонн, создавая новый и неожиданный облик, вступая в диалог с бразильской архитектурой колониального периода». Пространства в интерьерах Дворца Зари динамичны: «... соединены широкими проемами, оживленными лестницами, балконами, перепадом уровней, зеркалами, сочетанием красок и отделочных материалов, украшенными картинами, скульптурами, сочными коврами в цвет »[2, с. 40-41].

Таким образом, бразильская архитектура вобрала в себя лучшие черты различных стилей, и прежде всего, такого стиля как модернизм. Опыт Бразилии стал своеобразным «ренессансом» бразильской архитектуры. Для XX века «Интернациональный» стиль в архитектуре стал характерной чертой, сводивший к минимуму использование традиционных элементов-архитектура г. Бразилии наглядное подтверждение. На рубеже конца XX начала XXI веков опыт Бразилии был отчасти использован при строительстве других административных центров, и со временем преобразившихся в полноценные столичные мегаполисы. Так, среди примеров в становлении городских пространств, образности стилистической застройки к Бразилии близок опыт возведения столицы Республики Казахстан города Нур-Султан. Характерными чертами образа нового города стали широкие автомобильные магистрали, центральная градообразующая ось, свободная и достаточно просторная планировка городского пространства, наличие зелёных насаждений в центре города (одна из отличительных черт г. Бразилии). Так же следует выделить два значимых функционально городских вида: административно-политический тип города и город – столица, рассчитанный для большого количества жителей-в г. Бразилии эти две черты образовали единое целое.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хайт В. Л. Современная архитектура Бразилии / [Центр. научный сотрудник Института теории и истории архитектуры. - [Москва]: Стройиздат, [1973]. - 159 с. Доступный сервер: <http://science.totalarch.com/book/4726.rar>
- [2] Геташвили Н., Оскар Нимейер (Великие архитекторы. Том XXI), 2015, 70 с. Доступный сервер: <http://science.totalarch.com/book/3657.rar>
- [3] Столицей Бразилии является город Бразилиа. Справка, РИА НОВОСТИ// Доступный сервер: <https://ria.ru/20100421/224586380.html>
- [4] Dekker Z. K., Brazil built, the architecture of the modern movement in Brazil // First published in 2001 in Spon Press 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE, 247 p.

Донченко С. А., Самойлов К. И.

**Бразилия дамуының сәулет және қала құрылышының ерекшеліктері**

**Түйіндеме:** Мақалада жаңа мегаполистерде ландшафтты, стилистикалық сәулетті зерттеу және жүйелу үшін құрылыштың негізгі кезеңдері мен заңдылықтарын негұрлым толық ашуға мүмкіндік беретін жаңа қала-әкімшілік, саяси орталық, астананың келбеті сипатталған.

**Түйін сөздер:** стилистикалық тенденциялар, құрылыш тәжірибесі, әкімшілік орталығы, қала қалыптастыруши ось, халықаралық стиљ, сәулет имиджі.

УДК 693.547:624.131

**K.K. Alimova, Sh.E. Srazhadinova, A.K. Osserbay**

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: shaxarb@mail.ru, aliya.userbay@mail.ru)

**ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN HEAT AND COLD SUPPLY SYSTEMS OF BUILDINGS**

**Abstract.** This article shows the introduction of energy-saving and environmental technologies, such as a geothermal heat pump and solar collectors for building engineering systems, which will be equipped with its own heating, ventilation, air conditioning. The main goal of the article is to demonstrate the ways of introducing energy-saving and environmental technologies.

**Key words:** geothermal heat pump, solar collector, energy, heat supply system, ventilation system, air conditioning system.

**К. К. Алимова, Ш.Е. Сражадинова, Э.К. Өсербай**

(Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан)

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ**

**Аннотация.** В данной статье показано внедрение энергосберегающих и экологических технологий, таких как геотермальный тепловой насос и солнечные коллекторы для инженерных систем здания, которое будет оборудовано собственной системой отопления, вентиляции, кондиционирования. Основная цель статьи – демонстрация путей внедрения энергосберегающих и экологических технологий.

**Ключевые слова:** геотермальный тепловой насос, солнечный коллектор, энергия, система теплоснабжения, система вентиляции, система кондиционирования.

**Введение.** В настоящее время развитие технологий позволяют применять иные подходы к разработкам инженерных систем зданий, нежели это было несколько лет назад. Например, для отопления и горячего водоснабжения зданий пригодны низкопотенциальные источники энергии, такие как энергия грунта, энергия подземных вод, солнечная энергия, для использования которых применяют геотермальные тепловые насосы и солнечные коллекторы. Использование такого оборудования позволяет сократить затраты энергии по сравнению с традиционными способами теплоснабжения в 3-5 раз.

Данная статья рассматривает проект систем тепло- и холодоснабжения здания «Умный дом», где использованы вышеперечисленные источники энергии, который будет демонстрационной моделью энергосберегающего дома. Здание высотой 8,79 м имеет два этажа, на которых располагаются помещения различного назначения общей площадью 235,95 м<sup>2</sup>. Здание будет оборудовано собственной системой отопления, вентиляции и кондиционирования. Водоснабжение будет осуществляться из индивидуальной скважины. Для отвода сточных вод предусмотрен септик. Расход тепловой энергии составляет 21,3 кВт. Расход энергии на вентиляцию составляет 10,6 кВт. Расход теплоты на горячее водоснабжение составляет 6 кВт. Расход холода – 13,2 кВт. Общий расход на источник энергии составляет 31,9 кВт.

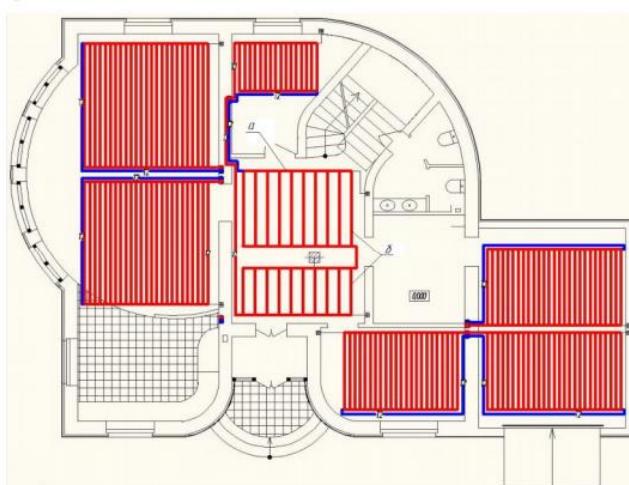
В проекте источником энергии для систем тепло- и холодоснабжения здания «Умный дом» является грунт, для этого запроектирован грунтовый теплообменник, состоящий из 8 скважин по 80 м каждая. Грунт является наиболее стабильным источником низкопотенциальной энергии, которая с

помощью грунтового теплообменника передается геотермальным тепловым насосам. Ресурсная мощность скважинного поля и производительности тепловых насосов подобраны таким образом, чтобы обеспечить максимальное (пиковое) энергоснабжение.

Резервным источником теплоснабжения в системе теплого пола и фанкойлов является электрический котел Kospel EPCO 15 мощностью 15 кВт. Из водоводяного теплового насоса теплоноситель с температурой 45/35 °С используется в системах отопления теплого пола и фанкойлов. Проект теплого пола представляет собой схему укладки греющих контуров по типу «полянка» – два коллектора, соединенных трубами греющего контура.

Базовой системой отопления помещений первого и второго этажей является «Теплый пол» (рис. 1), а доводчиками: на первом этаже – фанкойлы, на втором – система воздушного отопления, совмещенная с приточной вентиляцией. Эти системы автоматизированы и поддерживают комфортные условия в заданном режиме.

Система вентиляции здания – механическая приточно-вытяжная. Приточный, наружный воздух системы вентиляции после очистки подается по воздуховодам системы воздушного отопления в количестве, необходимом для обеспечения санитарно-гигиенических норм и норм взрывопожарной безопасности по СН РК 4.02-01-2011.



**Рис. 1.** Система отопления «Теплый пол» в здании «Умный дом»:  
а) коллектор теплого пола; б) трубы теплого пола.

Удаление воздуха с каждого этажа производится отдельными вытяжными системами с механическим побуждением. Подача и удаление вентиляционного воздуха производится в каждом помещении. Для использования теплоты (холода) удаляемого воздуха установлен рекуператор, который позволяет экономить до 30% энергии, требующейся для подогрева приточного воздуха.

Систему теплоснабжения здания, состоящую из тепловых насосов и солнечных коллекторов, назовем комбинированным источником теплоснабжения. В летний и переходный периоды, когда нет нагрузки на отопление, основной задачей солнечных коллекторов является нагрев воды в бакеаккумуляторе. Нагрев производится при падении температуры в баке до 40 °С и ниже и прекращается при достижении температуры 60 °С.

К преимуществам спроектированного источника тепло- и холоснабжения следует отнести: 1) низкие эксплуатационные затраты на выработку тепловой энергии и холода; 2) универсальность тепловых насосов как источников теплоты, так и холода, что снижает количество устанавливаемого оборудования; 3) минимальное влияние оборудования на окружающую среду. Основным минусом такого решения являются большие капиталовложения. Данные системы тепло- и холоснабжения необходимо автоматизировать для поддержания необходимых параметров климата в помещениях. Автоматизация позволяет вести дистанционный мониторинг из удаленной диспетчерской с оповещением обслуживающего персонала и возможностью вмешательства при аварии. Главный контроллер в системе автоматизации является свободно программируемым и предназначен для регулирования температуры, влажности и содержания CO<sub>2</sub> в помещениях здания.

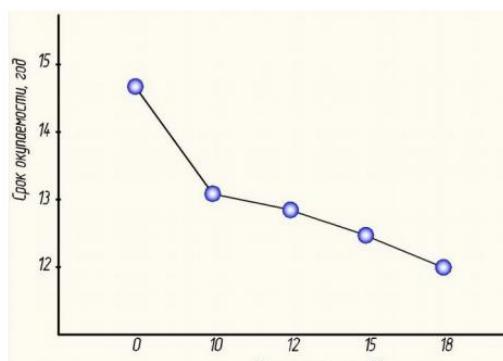
В описанном проекте рассматривается комплексная система теплоснабжения здания «Умный дом», работающая от нескольких источников энергии. Оборудование подобрано таким образом, чтобы обеспечить стопроцентное резервирование одного источника другим, т.е. тепловые насосы и солнечные коллекторы могут полностью покрыть нужды данного объекта в тепловой энергии. Для технико-экономического сравнения рассмотрим три варианта теплоснабжения:

1 вариант – теплоснабжение и кондиционирование осуществляется геотермальными тепловыми насосами и солнечными коллекторами;

2 вариант – теплоснабжение обеспечивается котлами на жидкотопливном топливе, а кондиционирование осуществляется за счет работы сплит-системы;

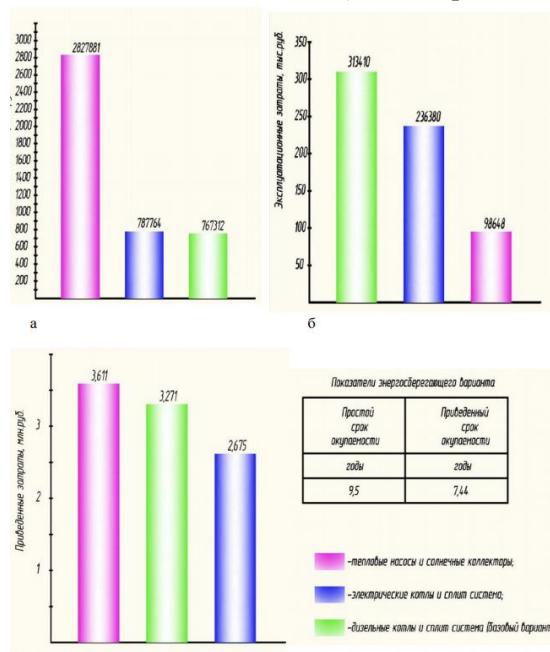
3 вариант – теплоснабжение осуществляется на базе электрических котлов, кондиционирование осуществляется за счет работы сплит-системы.

Результаты технико-экономического сравнения (рис. 2, 3) показали, что при принятых условиях расчета, ценах на оборудование, тарифах на электроэнергию и дизельное топливо, а также при обесценивании денежной массы наибольшие капиталовложения – получены для системы с тепловыми насосами и солнечными коллекторами. Данная система имеет также наименьшие эксплуатационные затраты. Простой срок окупаемости составляет 9,5 года, а ревальвированный – 7,44 года.



**Рис. 2.** Сравнительные сроки окупаемости тепловых насосов при увеличении стоимости энергоносителей:  
а) с жидкотопливной котельной; б) с электрическим котлом

а) с жидкотопливной котельной; б) с электрическим котлом



**Рис. 3.** Диаграммы и таблица технико-экономического сравнения:

а) капиталовложения; б) эксплуатационных затрат;

в) экономической эффективности; г) энергосберегающих показателей

**Заключение.** «Умный дом» – это система новых инженерных коммуникаций, объединенных в единую сеть, где эффективность работы всей системы зависит от совместности, слаженности и взаимодействия всех ее составляющих. «Умный дом» является хорошим примером сочетания энергосберегающих технологий.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Магомедов А. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Махачкала: Юпитер, 1996. 245 с.
- [2] Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Ч.1. Теоретические основы создания микроклимата здания: учеб. пособие / В.И.Полушкин, О.Н.Русак, СИ.Бурцев и др. СПб.: Профессия, 2002. 176 с.
- [3] Попов А.В. Анализ энергоэффективности различных типов тепловых насосов // Проблемы энергосбережения. 2005. № 1-2. С. 10-14.
- [4] Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р.Р.Аvezov, М.А.Барский-Зорин, И.М.Васильева и др.; под ред. Э.В.Сарнацкого, С.А.Чистовича. М.: Стройиздат, 1990. 328 с.
- [5] СН РК 2.04-04-2011. Тепловая защита зданий.
- [6] Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика. Москва: Техносфера, 2004. 14 с.
- [7] СН РК 4.02-01-2011 и СП РК 4.02-101-2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
- [8] Бродач М. М. VIIKKI - новый взгляд на энергосбережение// АВОК. - 2002. -№ 6. -С. 14-20.
- [9] Хайт // Жилищное строительство. – 2004. – № 10. – с. 74-78
- [10] Васильев Г. П., Шилкин Н. В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах// АВОК. - 2003. -№ 2. - с. 52-60.
- [11] Энергоэффективные дома (Электронный ресурс) URL: <http://echodom.tripod.com/site/energy.html> (Дата обращения 11.05.2016).
- [12] Энергоэффективные и комфортные дома Дании (Электронный ресурс) URL: <http://portal-nergo.ru/articles/details/id/823> (Дата обращения 02.06.2016).
- [13] Руководство АВОК-8-2007. Руководство по расчету теплопотребления эксплуатируемых жилых зданий. - М.: АВОК- ПРЕСС, 2007.

Алимова К. К., Сражадинова Ш.Е., Осербай Ә.К.

#### Фимараттардағы жылды мен салқындану жүйелерінің энергоүнемдеу технологиялары

**Түйіндеме.** Бұл мақалада жеке жылу, желдету және ауаны баптау жүйесімен жабдықталатын геотермалдық жылу сорғысы және инженерлік жүйелерге арналған күн коллекторлары сияқты энергияны үнемдейтін экологиялық технологиялар енгізілген. Мақаланың негізгі мақсаты - энергияны үнемдеу және экологиялық технологияларды енгізу жолдарын көрсету.

**Түйінді сөздер:** геотермалдық жылу сорғысы, күн коллекторы, энергия, жылумен жабдықтау жүйесі, желдету жүйесі, ауаны баптау жүйесі.

УДК 004.49

#### M. Ydyryshbayeva

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,  
e-mail: moldir.ydyryshbaeva@gmail.com)

#### ANALYSIS OF MODERN ANOMALY DETECTION SYSTEMS IN COMPUTER SYSTEMS (CS)

**Abstract.** This article discusses the types of anomalies and various methods for detecting anomalies. Different methods are classified in accordance with the specifics of the data and are used in different cases. Modern methods of anomaly detection are described and the logic of anomaly search for certain methods is described. Additionally, the problems of detecting anomalies associated with large-size and mixed-type data are considered.

**Keywords:** anomalies, anomaly detection in computer systems, anomaly detection systems, anomaly detection methods

#### М.Б. Үдырышбаева

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,  
e-mail: moldir.ydyryshbaeva@gmail.com)

#### КОМПЬЮТЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ (КЖ) АУЫТҚУЛАРДЫ АНЫҚТАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖҮЙЕЛЕРИН ТАЛДАУ

**Түйіндеме.** Бұл мақалада компьютерлік жүйелердегі аномалиялар түсінігі және олардың түрлері көрсетілген. Деректер ерекшелігіне сәйкес әртүрлі әдістер жіктелген және әртүрлі жағдайларда қолданылуы

сипатталған. Сонымен қатар, аномалияларды уақытында анықтау маңыздылығы, аномалияны анықтау үшін пайдаланылатын заманауи әдістер мен аталған мәселенің пайда болу себептері сипатталған.

**Кілттік сөздер:** аномалия, компьютерлік жүйелердегі аномалияларды анықтау, аномалияларды анықтау жүйелері, аномалияны анықтау әдістері.

### Кіріспе

Бұл мақалада компьютерлік жүйелердегі аномалиялар (ауытку) түсінігі және оның түрлері көрсетіледі. Сонымен қатар, аномалияны анықтау үшін пайдаланылатын әдістер мен аталған мәселенің пайда болу себептері қарастырылады.

Аномалияны табу мәселесі ғасырлар бойы түрлі салалардағы зерттеушілерді қызықтыруды және оған "ауытқуды табу", "залауды табу", "жаңалықты табу" және "шекті табу" сияқты көптеген атаулар берілді. Алайда, аномалия немесе залал туралы жалпыға ортақ нақты анықтама жоқ. Осыған қарамастан, аталған терминге байланысты көптеген анықтамалар ұсынылды. Олардың бірнеше кең таралған анықтамалары: аномалия – бұл мәліметтер жиынтығынан айтартықтай ерекшеленетін мәліметтер үлгісі; аномалия – тікелей немесе жанама түрде қаржылық шығындарға алып келетін оқиғаны және аппараттық-бағдарламалық құрамдас бөліктерді көрсететін мәліметтер үлгісі.

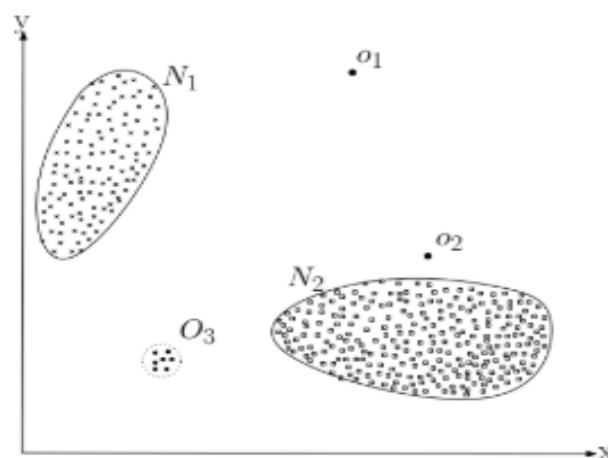
Жалпы алғанда, аномалиялар деректерді талдаудың негізі тұжырымдамасы болып табылады. Егер деректер объектісі осы жүйеде сипатталған объектілерге қарағанда белгілі бір жағдайларда өзгешелікке ие болса, бұл объект ауытқушылық болып саналады. Әдетте, бұл деректер объектісі деректер жиынтығындағы басқа объектілерге ұқсас емес сипаттарға ие. Аномалды идентификация субъективті болғандықтан, аномалияларды ADS (Anomaly Detection Systems) анықтаудың көптеген жүйелері өзірленді. Көптеген ADS жүйелері әмбебап болмағандықтан және осы доменде қойылатын шектеулерге (енгізу-шығару схемалары, қол жетімді ресурстар және т.б.) байланысты басқа домендерге қолданылмайды. Кейбір ADS жүйелері өте икемді болғандықтан әртүрлі салаларда қолданылуы мүмкін. Жақында ұсынылған жасанды интеллектке (AI) негізделген аномалияларды анықтау жүйесі әмбебап және жеткілікті мөлшерде әртүрлі ортаға қолдануға ыңғайлы.

ADS үлкен көлемде деректерді жинайды және алдыңғы зерттеулер нәтижесіне сүйене отырып (сараптамалық жүйелерге) ауытқушылыққа ие қалыптан тыс жағдайларды анықтайды (мысалы, машиналық оқытуға арналған шешімдер). ADS қолданылу аймагына және сенімділігіне байланысты анықталған аномалиялар зерттеушіге сараптама жасауга немесе әсерді азайту үшін әрекеттерді автоматты түрде орындағын басқа бір аномалияларды анықтау жүйесіне беруге болады.

Кіріс сигналдарының түрлеріне байланысты аномалиялар әр түрлі болуы мүмкін. Мысалы, егер бастапқы деректер графтар болса, онда аномалиялар түйіндер немесе қабыргалар болуы мүмкін. Егер кіріс деректер тізбектер нысанын қабылдаса, бұл жағдайда аномалиялар оқигалар тізбегі болуы мүмкін.

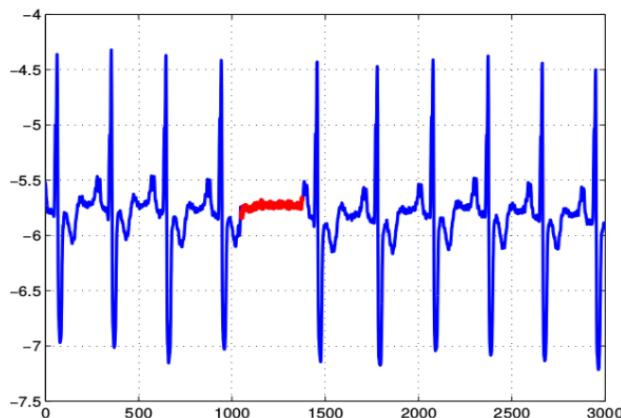
Сондай-ақ, аномалиялардың көлемін ескере отырып, оларды аномалды нүктелерге, ұжымдық аномалияларға және контекстуалды аномалияларға жіктеуге болады.

Аномалды нүктелер – бұл аномалды мәні бар жеке деректер үлгілері. Мысалы, қысқа уақыт аралығында жүктелген сервердің жауап беру уақыты өте көп болуы мүмкін. 1-суретте екі өлшемді мәліметтер жиынтығы аномалиялардың қарапайым мысалы көрсетілген [4].



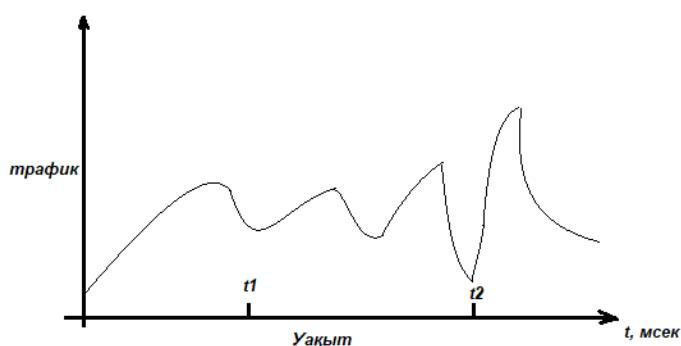
1-сурет. O<sub>1</sub> және O<sub>2</sub> нүктелері аномалияның қарапайым түрі

Аномалияның екінші түрі – ұжымдық аномалиялар. Бұл жалпы аномалды деректер іріктемелерінің жиынтығы. Алайда, жекелеген үлгілер аномалды болмауы мүмкін. Бұл жағдай сериялы деректерде, дәллек айтқанда уақыттық қатарларда немесе дұрыс конфигурацияланбаған зондтың трафигі тұракты жоғалуы кезінде орын алуы мүмкін. 2-суретте дұрыс конфигурацияланбаған зонд трафигінің (жийліктің төмендеуі әсерінен) белгілі бір уақыт аралығында жоғалуы қызыл түспен белгіленген [4].



**2-сурет.** Жиіліктің төмендеуінен туындаған ұжымдық аномалия

Ушінші түрі, контекстуалды аномалия – белгілі бір контексте аномалді деректердің таңдау. Кері жағдайда, бұл қалыпты болып саналады. Бұл кезеңдік деректердің жағдайы, егер қандай-да бір кезеңде нүктे қалыпты болса, ал екіншісінде қалыпты болмауы мүмкін. Мысалы, жоспарлы техникалық қызмет көрсету кезінде ұялы трафиктің төмендеуі қалыпты жағдай, ал кері жағдайда аномалды. З-суретте маусымдық контекстке байланысты ұялы байланыс трафигінің кенеттен төмендеуінен туындаған аномалия кескіні көрсетілген,  $t_1$  уақыт аралығында аномалия жоқ, ал  $t_2$  контекстуалды аномалия.



**3-сурет.** Ұялы байланыс трафигінде  $t_2$  уақыт кезеңінде туындаған контекстуалды аномалия

Жалпы ауытқуларды анықтау көптеген мәселелерді тудырады [1-4]. Біріншіден, қалыпты деректер түсінігі белгілі бір аймаққа тән. Қалыпты мәліметтерді модельдеудің әмбебап процедурасы жоқ. Қалыптылық түсінігі әлі де субъективті және оны тексеру қын. Жоғарыда келтірілген анықтамаға және жалпы алғанда аномалияларды анықтау әдістерін зерттеуде келесі проблемаларды бөліп көрсетуге болады:

- Біріншіден, деректер кластары (қалыпты және қалыптан тыс) тенденстірілмеген. Аномалді анықтаудың статикалық құрылғылары аз мөлшердегі объектілерден тұратын жиынға қолданылуы тиімсіз және қалыптан тыс объектілердің сирек кездесетіндігінен аномалияларды моделдеу оңай емес.
- Екіншіден, қалыпты және қалыптан тыс мәліметтер арасындағы шекара анық емес. Сонымен қатар, деректерде шу болуы мүмкін, бұл қалыпты және қалыптан тыс деректердің ажыратуды қыннадатады.

● Ушіншіден, қалыптылық ұғымы уақыт өте келе өзгереді. Уақыт аралығында қалыпты нәрсе болашакта ауытқуы мүмкін. Сондай-ақ модельде жоқ жана аномалиялар пайда болуы мүмкін.

Жоғарыда келтірілген мәселелерге қарамастан, ғалымдар мен зерттеушілер көптеген жүйелерде аномалияларды анықтайтын әмбебап және болашакта қолданылатын әдістерді іздеуді жалғастыруда.

### **Аномалияны табу әдістері**

Аномалияларды талдау әртүрлі зерттеу бағыттарында үлкен қызығушылық тудырады. Бұл зерттеулердің мақсаты қарастырылатын мәліметтердің арасынан күтілетін шамаларға сәйкес келмейтін мәліметтер кездесетін аймақтар мен үлгілерді анықтауға бағытталған [1]. Қалған мәліметтерден белгілі-бір сипаты немесе қасиетіне байланысты айтартықтай ерекшеленетін мәліметтер аномалды деп аталады. Осыған қарамастан, бұл тұжырымдаманың жалпы қабылданған ресми анықтамасы жоқ. Әдебиетте аномалия нақты қолдану сценарийлеріне байланысты шыгарушы, диссонансдық объект, aberration немесе ерекшелік деп те аталады [5-7].

Соңғы уақытта аномалияларды табу алгоритмдерінің үлкен саны әзірленді. Аномалияны анықтау әдістерін үш санатқа бөлуге болады: көршілерге негізделген әдістер (мысалы, BDA [8]), ішкі кеңістікке негізделген әдістер (мысалы, SOD [9]) және ансамбльге негізделген әдістер (мысалы, HiCS [10]). Көршілерге негізделген аномалияларды табу әдістері негізінен осы деректер объектісінің көршілерінен алыс екенін немесе оның тығыздығы төмен немесе жоқ екенін анықтау үшін осы деректер объектісінің көршілігі туралы ақпаратты пайдаланады. Ишкі кеңістікке негізделген анықтау әдістері әртүрлі белгілер жиынтығын реттеп таңдау жолымен аномалияларды анықтайды. Ансамбльге негізделген алгоритмдер қарапайым алгоритмдерге қарағанда интеграцияланған стратегияларды пайдалана отырып, бірнеше табу алгоритмдерінің немесе базалық детекторлардың бірынғай шығу жолдарын біріктіреді. 1-кестеде аномалияларды анықтау әдістерінің сипаттамасы қысқаша берілген [28].

#### **1-кесте. Аномалияны анықтау әдістерінің қысқаша сипаттамасы**

Сипаттамасы	Түрлері және әдістері	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Көршілер негізіндегі табу	Көршілік туралы ақпарат арқылы аномалияны анықтау. Қарапайым мысалдар kNN[11], know[12], LOT[13], LoOP[14], ODIN[15], BDA[8] және т. б. қамтиды.	○ мәліметтерді таратуға қарамастан интуитивті және түсіндіру онай;	○ параметрлерге сезімталдық; ○ салыстырмалы түрде төмен өнімділік;
Ішкі кеңістік негізінде табу	Әртүрлі белгілер жиынтығын елеу арқылы аномалияларды іздеу. Репрезентативті мысалдары SOD [9], RODS[2], OR [16], [17], [18] және т. б. қамтиды.	○ жоғары тиімділік; ○ кейбір жағдайларда өте тиімді;	○ аномалиялар үшін тиісті кіші кеңістік функциясы интравиалды емес және күрделі болып табылады;
Ансамбль негізінде табу	Консенсусқа жету үшін аномалияны анықтаудың түрлі нәтижелерін интеграциялау. Өкілдері FB [19], HiCS [20], [21] және т. б.	○ жоғары дәлдік; ○ аз сезімталдық;	○ тиімсіз; ○ дұрыс металл детекторларды таңдау қыын;
Аралас типті табу	Әр түрлі деректер типтері үшін бірынғай үлгі жасау немесе әр деректер түрін белек алу. Классикалық мысалдар load [22], ODMAD [23], [24] және т. б.	○ мәліметтерді әр түрлі типтермен өңдеу мүмкіндігі; ○ жоғары дәлдік.	○ белгілердің корреляциялық құрылымдарын алу қыын; ○ жоғары күрделілік.

*Көршілер негізіндегі табу.* Көршілердің негізінде аномалияларды анықтау әдістерінің негізгі идеясы көршілік туралы ақпараттың көмегімен аномалияны анықтау болып табылады. Осы деректер объектісі үшін аномалияны бағалау ен жақын көршілерге дейінгі орташа қашықтық (kNN [11]) немесе өлшенген қашықтық (kNNW [12]) ретінде анықталады. Тағы бір стратегия – бұл жергілікті эмиссиялық

факторды (LOF-Local Anomaly Factor)) [13], аномалия дәрежесін оның айналасына қатысты өлшенген аномалия дәрежесі ретінде қабылдау. LOF және LoOP негізінде әр объект үшін бағалау түріндегі аномалиялар ықтималдығы қарастырылған, ол оңай түсіндірілетін және деректердің бір жиынтығы бойынша салыстырылуы мүмкін. Жоғарыда аталған көршілердің негізінде табылған барлық әдістер деректердің таралуына байланысты емес, оқшауланған нысандарды анықтауға қабілетті. Алайда, олардың тиімділігі көп өлшемді кеңістіктерде тұрақсыз немесе мағынасыз болатын қашықтық өлшемдеріне байланысты. Бұл мәселені шешу үшін қолайлыш шешім көршілерді сараптауды қарастыру болып табылады, өйткені әрбір объект үшін оның жақын көршілерін сараптау әлі де жоғары өлшемдік деректердің табиғаты үшін маңызды. Сонымен, объектілер жақын көршілер немесе ұқсас көршілер болуы үшін бір механизмнен құрылған болуы тиіс [8].

Осы идеяны басшылыққа ала отырып, RBDA (Rank-Based Detection Algorithm) әрбір объект үшін көрші объектілерді объектінің жақындық дәрежесі ретінде қабылдайды. Әрбір объект  $s \in D$   $N_k(s)$  үшін жақын көршілер  $k$  болсын:

$$A_k(s) = \frac{\sum_{p \in N_k(s)} r_p(s)}{\|N_k(s)\|} \quad (1)$$

Мұнда,  $r_p(s)$  –  $p$  көршілер арасындағы ранг. (1) формула бойынша, егер  $s$  көршілер  $N_k(s)$  артта қалса, онда оның ықтималдығы жоғары және оның аномалия болып саналуының жоғары мүмкіндігі бар. RBDA кейбір жағдайларда пайдалы болатын көршілерінің қашықтықтары туралы ақпаратты ескермейді, ал MRD (Modifed-Ranks with Distance) [25] объектілердің аномалды нұктелерін бағалау кезінде қатарларды да, арақашықтықтарды да ескереді.

Нысандар арасындағы жуық қарым-қатынасты көрсету үшін жақын көршінің арнайы түрі, яғни кері көрші деп аталады. Кез келген  $s, p$  объект үшін  $s$  кері көрші бар, егер  $s, p$ -ның жақын көршілерінің бірі болып табылса немесе керісінше, онда  $s \in N_k(p)$  және  $p \in N_k(s)$  болады. Мұндағы негізгі идея, егер объектіде кері жақын көршілер неғұрлым аз болса, онда ол аномалды болмауы мүмкін.

*Ішкі кеңістік негізінде табу.* Аномалиялар көп жағдайда бір, кейде бірнеше жергілікті немесе кіші өлшемді аймақтарда әдеттен тыс жағдайларды көрсетуі мүмкін. Кіші өлшемді немесе жергілікті аномальды жағдайлар көп өлшемді талдаудан анықталмауы мүмкін [5]. Мақалада көпөлшемді кеңістіктегі объект үшін тек тиісті сипаттамалардың жиынтығы құнды ақпарат беретіні, ал қалғандары тапсырмамен байланысты емес екендігі айтылған. Маңызды емес белгілердің болуы аномалды анықтау моделінің белгінің көлемдегі деректер кеңістігіндегі аномалды нысандарды анықтайты. Осылайша, сәйкес ішкі кеңістіктерден аномалияларды анықтау анағұрлым қызықты және тиімді болып көрінеді. Тиісті ішкі кеңістік әдістері аномалияларды анықтау үшін жергілікті функциялар ретінде ұсынылады. Мысалы, OR (Out Ranking) [16] гетерогенді көпөлшемді деректердегі беделді ұйымдарды саралау үшін ішкі кеңістікті кластерлеу моделін кеңейтеді. SOD (Subspaces Anomaly Detection) – бұл тиісті кеңістікті оқыту әдістерінің қарапайым мысалы. Алдымен, корреляциялық мәліметтердің бірнеше жиынтығы әр объект үшін жалпы жақын көршілерді қолдана отырып зерттеледі, содан кейін осытегі параллель сзығытық қатынастарды қолдана отырып, корреляциялық мәліметтердің әрбір жиынтығында сзығытық қатынасты қолдана отырып анықталады, осылайша, әр объектінің төменгі кеңістікте дисперсиясы аз болады. SOD-тен айырмашылығы, ішкі кеңістікті анықтау үшін корреляциялық мәліметтер жиынтығынан белгілері бойынша сәйкес келетін қасиеттерін қолданды.

*Ансамбль негізінде анықтау.* Ансамбльдік оқыту машиналық оқытуда кеңінен қолданылады. Бұл басқа әдістерге қарағанда анағұрлым жақсы болғандықтан, аномалды анықтау үшін ансамбльдік оқыту әдістер жиі қолданылды. Біз білетіндей, анықтаушы әдістердің ешқайсысы деректердің күрделілігіне байланысты төменгі өлшемді кеңістіктегі барлық ауытқуларды анықтай алмайды. Осылайша, потенциалды аномалияларды әртүрлі әдістермен алу кезінде бір уақытта әртүрлі анықтау әдістері немесе бірнеше ішкі кеңістік қажет. Аномалияларды талдау үшін екі ансамбльдік стратегия қолданылады: аномалиялардың бағаларын қорытындылау және рейтингтен кейін ең жақсысын таңдау. Аномалияны талдау үшін белгілерді топтау және аномалияны таңдау кеңінен зерттелуде.

FB (Feature Bagging) анықтау әдісі үлкен жиындардан іріктелген белгілердің әр түрлі ішкі жиындарында бірнеше модельдерді оқытуға, содан кейін модель нәтижелерін жалпы шешімге біріктіруге бағытталған. Бұл әдістеменің типтік мысалы Лазаревич және Кумармен орындалған жұмыс болып табылады [18], онда қосалқы құралдардың сипаттамалары белгілердің бастапқы кеңістігінен кездейсоқ түрде таңдалады. Әрбір ішкі белгілер жиыны үшін әр объектіні бағалау аномалды объектіні

анықтау алгоритмінің көмегімен бағаланады. Содан кейін бір объект үшін балл қорытынды бағаға қосылады.

[14] мақалада аномалияларды анықтаудың икемді әдісі ұсынылды, ол аномалияларды талдау процесін екі қадамға бөледі: ішкі кеңістікті іздеу және аномалияларды іздеу. Ішкі кеңістікті іздеу Monte Carlo сынамасын іріктеу технологиясын пайдалана отырып, жоғары контрасты ішкі кеңістікті (Hits - high contrast subspaces) алуға бағытталған, содан кейін LOF объектілерін бағалау алынған ішкі кеңістікке жиналады. Штейн [26] мұны алдымен HiCS тиисті ішкі кеңістіктерін жинап, содан кейін жалпы деректер кеңістігінде қоршаған орта таңдалған жергілікті аномалиялардың (LoOP) ықтималдығын пайдалана отырып, объектінің аномалды баллдарын есептеу арқылы кеңейтті.

Іріктеу әдісі объектілерді берілген мәліметтер жиынтығынан ауыстырусыз алуға мүмкіндік береді. Дұрыс іске асырылған жағдайда, анықтау әдістерінің жұмысын тиімді жақсарты алады. Мысалы, [27] кез-келген зат үшін жақын көршілерді алу үшін кездейсоқ мөшерлеу әдісін қолданады, содан кейін оның жергілікті тығыздығын есептеді. Бұл ансамбль әдісі аномалды анықтау алгоритмімен бірге тиімділігі жоғары және әр түрлі нәтижелер береді.

Аномалияны анықтаудың бірнеше әдісі бар, олар функционалды жинақтауды да, іріктеуді де ескереді. Дегенмен, мүмкіндіктер жиынтығын пайдалану арқылы объектілердің дисперсиясын алу қыын, ал түпкілікті нәтижелердің дұрыстылығы мәліметтер жиынтығының өлшеміне тікелей тәуелді болады.

### Қорытынды

Қазіргі заманда акпараттық технологиялардың қарқынды дамуы акпараттық қауіпсіздікті күштейтуді және онда пайда болатын әртүрлі кедергілерді анықтауды алға тартады. Технологияның әртүрлі салаларында аномалияларды уақытылы анықтау маңызды рөл атқарады. Бұл мақалада компьютерлік жүйелердегі аномалиялар (ауытқу) түсінігі және олардың түрлері көрсетілген. Сонымен қатар, аномалияларды уақытында анықтау маңыздылығы, аномалияны анықтау үшін пайдаланылатын заманауи әдістер мен аталған мәселенің пайда болу себептері сипатталған. Деректер ерекшелігіне сәйкес әртүрлі әдістер жіктелген, аталған әдістер үшін ауытқушылықтарды іздеу логикасы және әртүрлі жағдайларда қолданылуы қарастырылған.

Аталған мәселе өзекті болғандықтан, ғалымдар мен зерттеушілер көптеген жүйелерде аномалияны анықтайтын әмбебап және болашакта қолданылатын әдістерді іздеуді жалғастыруда.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Шелухин О. И., Сетевые аномалии. Обнаружение, локализация, прогнозирование // 2019 г. 448 стр. Тираж 500 экз.
- [2] J. Zhang, X. Yu, Y. Li, S. Zhang, Y. Xun, and X. Qin, "A relevant subspace based contextual outlier mining algorithm," // Knowledge-Based Systems, vol.99,no.72,pp.1–9,2016.
- [3] J. K. Dutta, B. Banerjee, and C. K. Reddy, "RODS: Rarity based Outlier Detection in a Sparse Coding Framework," // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,vol.28,no.2, pp.483–495,2016.
- [4] V. Chandola, A. Banerjee, and V. Kumar, "Anomaly detection: a survey," // ACM Computing Surveys, vol. 41, no. 3, pp. 1–58, 2009.
- [5] C. C. Aggarwal, "Outlier ensembles," // ACM SIGKDD Explorations Newsletter, vol. 14, no. 2, pp. 49–80, 2017.
- [6] M. Gupta, J. Gao, C. C. Aggarwal, and J. Han, "Outlier detection for temporal data: a survey," // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 26, no. 9, pp. 2250–2267, 2014.
- [7] A. Zimek, E. Schubert, and H.-P. Kriegel, "A survey on unsupervised outlier detection in high-dimensional numerical data," // Statistical Analysis and Data Mining, vol. 5, no. 5, pp. 363–387, 2012.
- [8] P. Gogoi, D. K. Bhattacharyya, B. Borah, and J. K. Kalita, "A survey of outlier detection methods in network anomaly identification," // Te Computer Journal, vol. 54, no. 4, pp. 570–588, 2011.
- [9] H. Huang, K. Mehrotra, and C. K. Mohan, "Rank-based outlier detection," // Journal of Statistical Computation and Simulation, vol. 83, no. 3, pp. 518–531, 2013.
- [10] H. P. Kriegel, P. Kroger, E. Schubert, and A. Zimek, "Outlier Detection in Axis-Parallel Subspaces of High Dimensional Data," // Proceedings of the Pacific-Asia Conference on Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 831–838, Springer-Verlag, 2009.
- [11] F. Keller, E. Muller, and K. B "ohm, "HiCS: High contrast" subspaces for density-based outlier ranking," // Proceedings of the IEEE 28th International Conference on Data Engineering, ICDE 2012, pp. 1037–1048, USA, April 2012.
- [12] S. Ramaswamy, R. Rastogi, and K. Shim, "Efficient algorithms for mining outliers from large data sets," // Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, pp. 427–438, 2000.
- [13] F. Angiulli and C. Pizzuti, "Fast Outlier Detection in High Dimensional Spaces," // Proceedings of the European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery, pp. 15–26, Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin, Germany, 2002.

- [14] M. M. Breunig, H.-P. Kriegel, R. T. Ng, and J. Sander, "LOF: identifying density-based local outliers," // ACM SIGMOD Record, vol. 29, no. 2, pp. 93–104, 2000.
- [15] H.-P. Kriegel, P. Kroger, E. Schubert, and A. Zimek, "LoOP: local" outlier probabilities," // Proceedings of the ACM 18-th International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM '09), pp. 1649–1652, ACM Press, November 2009.
- [16] C. C. Aggarwal, "High dimensional outlier detection: the subspace method," // Outlier Analysis, pp. 135–167, Springer, New York, NY, USA, 2013.
- [17] J. Zhang, Y. Jiang, K. H. Chang, S. Zhang, J. Cai, and L. Hu, "A concept lattice based outlier mining method in low dimensional subspaces," // Pattern Recognition Letters, vol.30,no. 15,pp.1434–1439,2009.
- [18] J. K. Dutta, B. Banerjee, and C. K. Reddy, "RODS: Rarity based Outlier Detection in a Sparse Coding Framework,"IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol.28,no.2, pp.483–495,2016.
- [19] E. Müller, M. Schiffer, and T. Seidl, "Adaptive outlierness for subspace outlier ranking," in Proceedings of the 19th International Conference on Information and Knowledge Management and Co-located Workshops, CIKM'10, pp. 1629–1632, Canada, October 2010.
- [20] H. P. Kriegel, P. Kroger, E. Schubert, and A. Zimek, "Outlier Detection in Axis-Parallel Subspaces of High Dimensional Data," in Proceedings of the Pacific-Asia Conference on Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 831–838, Springer-Verlag, 2009.
- [21] A. Zimek, M. Gaudet, R. J. G. B. Campello, and J. Sander, "Subsampling for efficient and effective unsupervised outlier detection ensembles,"in Proceedings of the 19-th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD 2013,pp.428–436,USA, August 2013.
- [22] J.R.Pasillas-DiazandS.Ratte, "Bagged subspaces for unsupervised outlier detection,"International Journal of Computational Intelligence,vol.33,no.3,pp.507–523,2017.
- [23] A.Ghoting, M.E.Otey, andS.Parthasarathy, "LOADED:Linkbased outlier and anomaly detection in evolving data sets," in Proceeding sof the Fourth IEEE International Conferenceon Data Mining,ICDM2004,pp.387–390,UK,November 2004.
- [24] A. Koufakou and M. Georgopoulos, "A fast outlier detection strategy for distributed high-dimensional datasets with mixed attributes," Data Mining and Knowledge Discovery, vol. 20, no. 2,pp.259–289,2010.
- [25] K.Do,T.Tran,D.Phung, andS.Venkatesh, "Outlier detection on mixed-type data: an energy-based approach," in Advanced Data Mining and Applications, pp. 111–125, Springer International Publishing,Cham,switzerland,2016.
- [26] A.Lazarevic and V.Kumar, "Feature bagging for outlier detection," in Proceedings of the KDD-2005: 11th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining,pp.157–166,USA, August 2005.
- [27] B. Van Stein, M. Van Leeuwen, and T. Back, "Local subspace based outlier detection using global neighbourhoods," in Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2016,pp.1136–1142,USA, December 2016.
- [28] Xiaodan Xu, Huawei Liu, and Minghai Yao "Recent Progress of Anomaly Detection"// Hindawi, Complexity Volume 2019, Article ID 2686378, 11 pages.

Ыдырышбаева М.Б.

**Анализ современных систем обнаружения аномалий в компьютерных системах (КС)**

**Резюме.** В современном мире с развитием технологий в разных отраслях промышленности, бизнеса, учебы, безопасности и т.д. своевременное обнаружения аномалии в работе системы и кибератак играет важную роль. Обнаружение аномалий в целом представляет много проблем. Универсальной процедуры для моделирования нормальных данных не существует. Понятие нормальности все еще субъективно и трудно поддается проверке. Во первых, классы данных (нормальные и аномальные) в целом не сбалансированы. Во-вторых, граница между нормальными и аномальными данными нечеткая. В-третьих, понятие нормальности эволюционирует со временем. То, что является нормальным во временном промежутке, может стать аномальным в будущем. Несмотря на изложенные проблемы ученые и исследователи продолжают искать более универсальные или применимые в большинствах систем методов обнаружения аномалии.

**Ключевые слова:** аномалии, обнаружение аномалии в компьютерных системах, систем обнаружения аномалий, методы обнаружения аномалий

УДК 663.52

**E. B. Askarbekov<sup>1</sup>, E. Amkhadov<sup>1</sup>, G. I. Baigazieva<sup>2</sup>, A. K. Kekilbaeva<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: anara\_06061983@mail.ru)

## **INVESTIGATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF RAW WATERMELON ALCOHOL**

**Abstract.** In this article, the research is aimed at studying data on the composition of watermelon raw alcohol, its dependence on the conditions of fractionation, and watermelon distillate as the primary raw material for the production of strong drink. Alcohol distillation is the separation of ethyl alcohol from alcohol-containing products. As a result of this process, volatile compounds are evaporated from the mixture that has undergone the fermentation process. As a result of the study of volatile impurities of watermelon raw alcohol and distillate, their mass concentrations were established for the first time, which were determined by the quality of the raw material.

**Key words:** raw alcohol, watermelon juice, distillation, fractionation, volatile impurities.

**Э.Б. Аскарбеков<sup>1</sup>, Э. Амхадов<sup>1</sup>, Г.И. Байгазиева<sup>2</sup>, А.К. Кекибаева<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Казахский Национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан

E-mail: anara\_06061983@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АРБУЗНОГО СПИРТА-СЫРЦА**

**Аннотация.** В данной статье, исследования направлены на изучение данных по составу арбузного спирта-сырца, зависимости его от условий фракционирования, и арбузного дистиллята, как первичного сырья для производства крепкого напитка. Дистилляция спирта – это отделение этилового спирта от спиртосодержащих продуктов, методом жидкостной газо-хроматографии. На основе этого процесса испаряются летучие соединения из смеси, которая прошла процесс брожения. В результате исследования летучих примесей арбузного спирта-сырца и дистиллята впервые установлены их массовые концентрации, которые обусловливались качеством исходного сырья.

**Ключевые слова:** спирт-сырец, арбузный сок, дистилляция, фракционирование, летучие примеси.

**Введение.** Во многих странах мира алкогольная продукция, выработанная из плодово-ягодного сырья - ананасов, киви, папайя, бананов, яблок, малины и т.д. обладает заслуженной славой и достаточно высоким качеством и спросом[1]. Однако вопросу рационального использования арбузов внимание практически не уделялось.

Одним из путей переработки арбузов представляется получение из них плодового спирта с применением оборудования для переработки плодового сырья (тыквы)[2]. Одним из вариантов решения возникшей проблемы может быть разработка технологии арбузных дистиллятов, представляющих собой арбузные спирты, с последующей выработкой крепкого напитка. Переработка спиртосодержащего арбузного сырья для получения ректифицированного этилового спирта не выгодна из-за значительных энергозатрат. Изучению вопроса получения крепкого арбузного напитка внимание практически не уделялось, состав и свойства современного арбузного сока, бражки, спирта-сырца и дистиллята не изучены, нормативная документация отсутствует, методы испытаний качества нуждаются в доработке или адаптации [3]. В связи с этим исследования, направленные на изучение вопросов технологии крепкого напитка из арбузного дистиллята являются целесообразными и актуальными.

Арбузы выращивают практически во всех областях республики. Различают арбузы столовые и цукатные (кормовые). Столовые арбузы содержат много сахара, азотистых и минеральных веществ, аскорбиновой кислоты. Плод арбуза состоит из кожицы, коркового слоя и мякоти. Арбузы столовых сортов различаются между собой содержанием сахара, формой плода, окраской, рисунком корки, размером и окраской семян, консистенцией мякоти, сроком созревания. Показателем спелости арбузов служит высокая плодоножка, глянцевая поверхность, характерный глухой звук при постукивании. Недозрелые арбузы издают звонкий звук[4].

Столовые арбузы употребляют в свежем виде, для приготовления меда, вина, а небольшие для соления. Цукатные арбузы имеют очень толстую корку, из которой готовят цукаты. Мякоть бедна сахаром - 1-1,5%, поэтому ее используют в кормовых целях[5].

Отечественные и зарубежные исследователи уделяли большое внимание плодово-ягодному виноделию и добились значительных успехов: разработаны технологии вина из различных плодовых и ягодных культур, в том числе нетрадиционных. Практически все предлагаемые технологические приемы предусматривают использование воды для получения плодово- ягодных напитков, что приводит к потере натуральности продукции. Это представляет большие возможности для фальсификации напитков и особенно серьезен этот вопрос в настоящее время[6].

Однако изучению химического состава сбраженного арбузного сока внимание практически не уделялось; наблюдаются несколько разноречивые результаты и по химическому составу арбузов; важные параметры для брожения оказались не исследованными. Нет данных по составу арбузного спирта-сырца, зависимости его от условий фракционирования, и собственно арбузного дистиллята, как первичного сырья для производства крепкого напитка. Определенно, может потребоваться и доработка существующих методов аналитического контроля качества полуфабрикатов и напитков, выработанных из арбузов. Требуют исследования химические и биохимические процессы, касающиеся как комплекса летучих ароматообразующих веществ, так и структурных компонентов древесины дуба, происходящих в процессе выдержки. Особенно актуален вопрос создания полностью натурального крепкого напитка из арбузного дистиллята.

В связи с вышесказанным целью исследования является изучение химического состава и способов улучшения качества арбузного спирта-сырца и дистиллята.

**Методика исследования.** В качестве объектов исследований использованы соки, полученные из сортов арбузов Нисса, Огонек, сброженные соки, спирт-сырец, головные и хвостовые фракции спирта-сырца и арбузный дистиллят, выработанные в лабораторных условиях.

Для анализа были отобраны пробы арбузов раннего и среднего сроков созревания, выращенные в Южно-Казахстанской области, переработанные по следующей схеме: образцы подвергали прессованию, отделяли сок, соки сбраживали; перегонку проводили на лабораторных установках без разделения фракций.

Экспериментальной базой для проведения исследований выступила Научно-исследовательская лаборатория «Пищевая безопасность» Алматинского технологического университета.

Массовую концентрацию Сахаров определяли по ГОСТ 13192-73. Сухие вещества контролировали рефрактометрически. Величину pH определяли потенциометрически с помощью иономера pH 340. Массовую концентрацию альдегидов и общих эфиров устанавливали после их предварительной отгонки методом омыления, а также газохроматографическим методом с использованием капиллярной колонки [7].

Качественный состав и количество летучих компонентов устанавливали методом капиллярной хроматографии. Для анализа летучих компонентов сбраженного арбузного сока и дистиллята использованы газовые хроматографы «Хром-5» и «Кристалл-2000М». Оба варианта позволяли выполнить измерение компонентного состава летучих примесей в отгонах. В обоих случаях использован детектор ионизации в пламени [8].

**Основные результаты исследований.** Перегонка является сложным процессом, в котором принимают участие все летучие компоненты сбраженного сока, оказывающие различное влияние на вкус и аромат получаемого впоследствии крепкого напитка. Многолетняя практика производства плодовых и коньячных спиртов свидетельствует о необходимости разделения головной, средней и хвостовой фракций. При этом количество фракций объясняется химическим составом исходного плодово-ягодного виноматериала. Наиболее качественные плодовые спирты получают при перегонке плодового виноматериала с отделением от 1,5 до 2,5% головной фракции и хвостовой фракции при крепости спирта-сырца от 25 до 35% об [9]. Кроме того, количество головной фракции изменяют в широких пределах в зависимости от количества бутыловых и амиловых спиртов в плодовом виноматериале.

Сброженный арбузный сок, выработанный из разных сортов арбузов, несколько отличается по составу летучих примесей от плодовых и виноградных[10]. В связи с этим необходимо исследовать процесс разделения фракций при перегонке арбузной бражки. В эксперименте исследованы варианты с отделением от 1,5 до 2,5% головной фракции и отделением хвостовой фракции 8-15%. Оптимальный по органолептическим показателям состав получали при крепости спирта-сырца от 25 до 35% об. Были получены следующие варианты:

- 1- отбор 3% головной фракции и 8% хвостовой;

- 2- отбор 1% головной фракции и 8% хвостовой;
- 3- отбор 2% головной фракции и 10% хвостовой;
- 4- отбор 1% головной фракции и 15% хвостовой.

Результаты газохроматографических исследований показаны в таблице 1.

**Таблица-1. Массовая концентрация основных летучих примесей арбузного спирта-сырца (мг/дм<sup>3</sup>) в зависимости от условий фракционирования**

Наименование компонента	спирт- сырец № 1	спирт- сырец №2	спирт- сырец №3	спирт- сырец №4
Ацетальдегид	22,0	32,5	28,5	62
Этилформиат	0,5	1,2	0,9	3,2
Метилацетат	нет	нет	нет	0,3
Этилацетат	60,7	108,3	90,3	133
Метанол	70,4	97,8	112,5	167,5
2-пропанол	2,3	2,7	10,1	7,8
2-бутанол	нет	нет	нет	0,6
1-пропанол	259,7	261,3	216,3	308
изо-бутанол	513,2	457,6	430,5	427,6
1 -бутанол	3,8	2,5	4,0	7,3
Изоамилол	765,3	852	796,2	923,4
1-амилол	0,4	0,6	0,6	1,1
1 -гексанол	4,5	4,0	4,5	3,8
Этилкаприлат	3,0	2,6	5,0	1,3
Этиллактат	Нет	Нет	нет	1,2
Линалоол	5,2	4,7	1,5	0,4
Фурфурол	нет	Нет	нет	Нет
Кислотность	300	288	240	257
Крепость, % об.	27,9	30,3	34,1	41,5

Результаты исследований показали, что во время перегонки бражки активно протекал процесс новообразований.

Концентрация уксусного альдегида в исследованных образцах изменялась от 22 до 62 мг/дм<sup>3</sup>. Во всех образцах присутствовал такой ценный компонент коньячных спиртов, как этилформиат (0,5-3,2 мг/дм<sup>3</sup>); метилацетат - только в образце № 4 (мг/дм<sup>3</sup>); этилацетат изменялся от 68,7 до 133 мг/дм<sup>3</sup>, что придавало спиртам-сырцам специфический тон. Концентрация этилкаприлата в спиртах составляла (мг/дм<sup>3</sup>) 1,3-5,0; этиллактата - 0-1,2; фурфурол не обнаружен ни в одном из исследованных образцов. Это обусловлено тем, что в арбузном соке содержится незначительное количество полисахаридов, в первую очередь пентозанов, которые гидролизуются в процессе перегонки с образованием фурфурола и его производных.

Отличительной особенностью исследованных вариантов от других плодовых сырцов является отсутствие или низкие концентрации вторичных спиртов: 2-бутанол - 0-0,6; 2-пропанол - 2,7-10,1 мг/дм<sup>3</sup>. Среди спиртов нормального строения (мг/дм<sup>3</sup>) преобладал 1-пропанол — 216-308; были обнаружены также первичные бутиловый — 2,5-7,3, амиловый - 0,4-1,1, гексиловый - 3,8-4,5; максимальная концентрация спиртов изостроения найдена для изоамилола - 765,3-923,4; несколько меньше содержание изобутанола - 427,6-513. Из непредельных спиртов обнаружен линалоол — 0,4-5,2 мг/дм<sup>3</sup>. Кислотность спиртов изменялась в зависимости от варианта дистилляции от 240 до 300 мг/дм<sup>3</sup> б.с. Концентрация метанола находилась в пределах 71,4-167,5 мг/дм<sup>3</sup>. Основываясь на проведенных исследованиях можно отметить, что для варианта № 3 достигалось наименьшее, по сравнению с другими вариантами, содержание ацетальдегида, метанола, 1- пропанола, изобутанола, изоамилола, этилкаприлата и летучих кислот; несколько менее сбалансированный состав по содержанию 2-пропанола и этилацетата по сравнению с вариантами 2 и 4.

Одним из путей образования высших спиртов является декарбоксилирование аминокислоты с образованием амина и последующим его дезаминированием и гидратированием в соответствующий спирт. Второй путь - это гидролитическое дезаминирование аминокислоты, в результате чего образуется оксикислота и аммиак. Далее оксикислота, декарбоксилируясь и восстанавливаясь,

переходит в соответствующий высший спирт. Сивушные спирты могут образовываться и из Сахаров, при этом количество аминокислот быстро уменьшается в начальные 18-35 часов брожения. Ввиду того, что основное количество высших спиртов обнаруживается после прекращения роста дрожжей, это явление объясняют образованием кетокислот и последующим образованием высших спиртов. Возможно образование высших спиртов в результате реакции переаминирования аминокислот с кетокислотами[11]. Таким образом, наличие аминокислот увеличивает содержание высших спиртов только до определенных пределов, но в тоже время несомненно их участие в реакциях синтеза высших спиртов.

Проведенные исследования показали, что спирт-сырец представляет собой многокомпонентную систему и содержит значительные количества 1-пропанола, изобутанола и изоамилола; характерной особенностью является незначительное количество ацетальдегида, метанола, 1-гексанола и сложных эфиров. Таким образом, полученные результаты позволили считать, что наилучшим является режим с отбором фракций головной — 2%; хвостовой — 10%.

Качество арбузной бражки оказало существенное влияние на состав спирта-сырца. Были исследованы следующие варианты в вышеуказанном режиме перегонки:

1. Контроль, естественное осветление;
2. Перегонка сырья с дрожжевыми осадками;
3. Бражка, выработанная из арбузов с признаками гниения;
4. Бражка с признаками уксусного скисания.

Результаты измерений показаны в таблице 2.

**Таблица-2. Массовая концентрация основных летучих примесей арбузного спирта-сырца (мг/дм<sup>3</sup>) в зависимости от качества исходного сырья**

Наименование компонента	Контроль	спирт-сырец №2	спирт-сырец №3	спирт-сырец №4
Ацетальдегид	33,0	47,5	57,8	62
Этилформиат	1,2	1,8	0,9	3,2
Метилацетат	нет	нет	0,9	0,3
Этилацетат	58,2	121,3	100,3	166
Метанол	66,0	198,2	72,5	188
2-пропанол	2,3	4,7	17,1	8,8
2-бутанол	нет	0,2	10,8	0,9
1-пропанол	247,4	297,2	314	286
Изо-бутанол	413,2	485,4	580,5	444,7
1-бутанол	1,8	2,8	21,3	11,4
Изоамилол	665,3	758	996,2	923,4
1-амилол	0,3	0,4	0,7	1,2
1 -гексанол	3,5	3,0	4,1	3,3
Этилкаприлат	1,0	5,6	2,0	4,3 -
Этиллактат	нет	2,5	4,8	5,2
Линалоол	2,2	0,8	0,4	0,4
Фурфурол	нет	нет	нет	нет
Кислотность	278	295	340	957

В 2 раза, по сравнению с контролем возросла концентрация уксусного альдегида, этилацетата, этилкаприлата; до 50% увеличилась массовая концентрация сивушного масла, в несколько раз - кислотность сырца. Концентрация 2-бутанола — характерного маркера недоброкачественного исходного сырья - хоть и изменилась существенно по сравнению с контролем, но по абсолютному значению — 10,7 мг/дм<sup>3</sup>— оставалась незначительной. Перегонка бражки с дрожжами привела к увеличению концентрации метанола в 3 раза, на 50% массовых концентраций ацетальдегида, этилацетата, и других эфиров; на 10-15% - сивушного масла, причем содержание вторичных спиртов почти не изменилось. Перегонка бражки с дрожжами способствовала обогащению спирта-сырца ароматическими веществами, оказывающими благоприятное влияние на органолептическую оценку в дальнейшем получаемого продукта; способствовала максимальному коэффициенту извлечения спирта из бражки.

Перегонка бражки со следами бактериального поражения приводила к получению спирта-сырца несколько худшего качества, чем контроль, однако нарастание концентраций нежелательных примесей оказалось не таким существенным, как это имеет место при работе с плодовыми спиртами из семечковых и косточковых плодовых культур. Отмечено присутствие неидентифицированных компонентов во всех исследованных спиртах.

Исследование процесса фракционирования арбузной бражки показало, что характер распределения летучих примесей во время перегонки аналогичен виноградным и плодовым спиртам, таблица 3. Исходная концентрация спирта-сырца составляла 30-40% об.

**Таблица-3. Характер распределения основных летучих примесей во время процесса фракционирования**

<b>Компонент</b>	<b>1 .Сброженный арбузный сок, крепостью 4,65%; 2. Спирт-сырец, крепостью 31,6%; 3. Головная фракция, в количестве 1%; 4. Средняя фракция, дистиллят в количестве 25%, крепостью 62,5%; 5. Хвостовая фракция.</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ацетальдегид	7,5	60,5	371,2	87,4	16,4
Метилацетат	нет	5,0	88,3	14,1	нет
Изобутираль	нет	нет	16,0	6,8	нет
Этилацеталь	нет	нет	295,5	37,7	нет
Этилацетат	3,2	2,0	633,0	25,7	1,5
Метанол	нет	27	173,0	231,7	94,5
Этилбутират	1,2	нет	12,8	нет	нет
2-пропанол	нет	3,5	16,1	2,8	нет
2-бутанол	6,0	нет	12,8	нет	нет
1-пропанол	24,0	88,0	809,0	374,0	42,5
и-бутанол	6,2	39,1	672,0	215,0	6,3
Этиловалиерат	нет	нет	0,5	нет	нет
и-амилацетат	нет	нет	0,5	нет	нет
Дизетоксипентан	нет	1,9	72,8	нет	нет
1 -бутанол	нет	5,0	15,4	13,1	Нет
Метил-2-бутанол-1	2,3	32,6	527,0	170,7	2,0
Метил-3 -бутанол-1	10,3	114,3	1576	620,0	14,1
1 -амилол	нет	нет	1,1	0,6	нет
1 -гексанол	нет	4,9	16,6	10,7	нет
этилкаприлат	нет	нет	30,7	5,1	нет
фурфурол	нет	нет	нет	нет	нет

В результате повторной перегонки достигали увеличение крепости, снижение концентрации летучих примесей и получали арбузный дистиллят.

**Обсуждение полученных данных.** На основании выше проведенных исследований выяснено, что спирт-сырец представляет собой многокомпонентную систему и содержит вещества различных классов, с широким диапазоном температур кипения. Его очистка от летучих примесей основана на различии коэффициентов испарения или коэффициентов ректификации. Если коэффициент ректификации больше единицы, примесь испаряется быстрее этилового спирта и накапливается в головной фракции [12].

Результаты исследований (таблица 3) показали, что содержание летучих примесей в сброженном арбузном соке минимально как в качественном, так и в количественном отношении. Из полученных результатов следует, что во время перегонки бражки и спирта-сырца активно протекают процессы новообразования за счет довольно высокой исходной кислотности спирта- сырца. При получении спирта-сырца происходило существенное концентрирование летучих примесей и появление их в

количестве выше предела обнаружения аналитического оборудования. Максимальная концентрация примесей, как в количественном, так и в качественном отношении получена в головной фракции, несколько меньшие количества - для собственно дистиллята и концентрации, приближающиеся к показателям исходной бражки, - в случае анализа хвостовой фракции.

Концентрация уксусного альдегида изменялась от 60,5 до 371,2 мг/дм<sup>3</sup> для спирта-сырца и головной фракции соответственно; для средней фракции - 87,4. Обнаружен значительный унос с головной фракцией (мг/дм<sup>3</sup>) таких ценных компонентов как метилацетат - 88,3, этилацеталь - 292,5, этилкаприлат - 30,7.

Этиловалериат, изоамилацетат и диэтилспирт концентрировались в головной фракции, а в средней не обнаружены. Основная доля этилацетата также наблюдалась в головной фракции, что способствовало улучшению аромата получаемого продукта. Метиловый спирт распределялся примерно поровну между головной и средней фракциями. Вторичные спирты также в основном переходили в головную фракцию. Концентрация 1-пропанола, изобутанола, изоамилола в 2-3 раза оказалась выше в головной фракции чем в средней, что способствовало улучшению органолептической оценки дистиллята.

Выполненные исследования свидетельствуют о необходимости отбора не менее 1% головной фракции для удаления избытка нежелательных компонентов и улучшения органолептических показателей дистиллята. Ввиду того, что в хвостовой фракции количество примесей невелико (основная масса сложных эфиров и сивушного масла переходит в среднюю фракцию), то хвостовая фракция может быть подвергнута дополнительной перегонке для извлечения этилового спирта, обедненного летучими примесями.

**Заключение.** Методом газовой хроматографии установлен состав летучих примесей арбузного спирта-сырца и арбузного дистиллята в зависимости от условий фракционирования; оптимальный состав летучих примесей дистиллята получали при отборе 2% головной и 10% хвостовой фракций. В результате повторной перегонки спирта-сырца достигали увеличение крепости, уравнивание концентраций летучих примесей. Таким образом, получали арбузный дистиллят, который в последующем использовали в технологии крепкого напитка.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] E. González, A. Torrado, A. Lorenzo. Solid-state fermentation of red raspberry (*Rubus ideaus L.*) and arbutus berry (*Arbutus unedo*, L.) and characterization of their distillates // Food Research International.-Volume 44, Issue 5, June 2011, P. 1419-1426.
- [2] K. Silva, L. Caetano, C. Garcia. Osmotic dehydration process for low temperature blanched pumpkin// Journal of Food Engineering.- Volume 105, Issue 1, July 2011, P. 56-64.
- [3] Мякиньков А. Г. Оптимизация брожения арбузного сока [Подбор чистой культуры дрожжей для получения алкогольного напитка] // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2003. – №. 3. – С. 111-114.
- [4] Галичкина Е. А., Варивода Е. А., Кобкова Н. В. Биохимические показатели сортов арбуза различных групп спелости и их динамика в результате селекционных отборов // Орошающее земледелие. – 2019. – №. 2. – С. 44-45.
- [5] Павлов Л. В. и др. Цукаты из арбузов. Промышленное сырье (технические условия) // Овощи России. – 2016. – №. 1. – С. 62-64.
- [6] Тихонова А. Н. Совершенствование технологических приемов производства столовых виноградных вин с использованием вторичного сырья винодельческой промышленности : дис...к.т.н. – Краснодар, 2017.- 127с.
- [7] Байгазиева Г.И. Методы анализа алкогольсодержащей продукции: Учебное пособие.- Алматы: INTER PRINT, 2017.- 172с.
- [8] Байгазиева Г.И., Аскарбеков Э.Б., Кекибаева А.К. Биотехнологические основы применения сиропа сахарного сорго в технологии бродильных производств: Монография, Алматы: INTER PRINT, 2017.- 174 с.
- [9] Свечников А. Ю. Изучение возможности использования яблочных выжимок для получения плодового дистиллята // В мире научных открытий: материалы III Всероссийской студенческой научной конференции. 20-21 мая 2014.-Ульяновск: УГСХА им. ПА Столыпина, 2014.-Том II. Часть 2.- С. 89-93.
- [10] Ye Liu, C. He. Comparison of fresh watermelon juice aroma characteristics of five varieties based on gas chromatography-olfactometry-mass spectrometry//Food Research International.-Volume 107, May 2018, P. 119-129
- [11] Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К. Ферментативная активность дрожжей, исследуемых для сбраживания сиропа сахарного сорго // Изденистер, нэтижелер – Исследования, результаты. № 2 (78) 2018.- С. 24-30.
- [12] Войнов А. Н. и др. Ректификация этилового спирта в колоннах со спирально-призматической насадкой //Техника и технология пищевых производств. – 2012. – №. 4 (27).

Асқарбеков Э. Б., Амхадов Э., Байгазиева Г. И., Кекибаева А. К.

**Қарбызды шикі-спирттің химиялық құрамын және сапасын жақсарту тәсілдерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Осы мақалада, зерттеу қарбызды шикі-спирттің құрамы бойынша деректерді, оның фракциялау шарттарына және қарбыз дистиллятының күшті сусын өндіру үшін бастапқы шикізат ретінде тәуелділігін зерттеуге бағытталған. Спирт дистилляциясы- сұйық газ-хроматографиялық әдіс арқылы этил спирттің құрамында спирт бар өнімдерден болу. Осы процестің нәтижесінде ашыту процесі өткен қоспадан үшпалы қосылыстар буланады. Қарбызды шикі-спирт пен дистиллятың үшпа қоспаларын зерттеу нәтижесінде бастапқы шикізаттың сапасына байланысты, олардың өлшемдік үлесі алғаш рет анықталды.

**Кілт сөздер:** шикі- спирт, қарбыз шырыны, дистилляция, фракциялау, үшпа қоспалар.

**G. S. Omarov, D. Z. Dzhuruntayev, A. V. Varnavskiy**

(Satpayev University, Almaty, Kazakhstan, gabit.omarov@gmail.com)

**BLOCKCHAIN EXPLORER FOR ANY CRYPTOCURRENCY**

**Abstract:** For the transparency of the blockchain network, necessary to deploy the blockchain Explorer. This article discusses the possibility of deploying a blockchain Explorer for any cryptocurrency.

**Keywords:** Blockchain, blockchain explorer, cryptocurrency, KZ cash, KZC.

**Г. С. Омаров, Д. З. Джурунтаев, А. В. Варнавский**

(Satpayev University, Алматы, Республика Казахстан, gabit.omarov@gmail.com)

**БЛОКЧЕЙН ЭКСПЛОРЕР ДЛЯ ЛЮБОЙ КРИПТОВАЛЮТЫ**

**Аннотация:** Для прозрачности сети блокчейн необходимо развернуть блокчейн эксплорер. В данной статье рассмотрена возможность развертывания блокчейн эксплорера для любой криптовалюты.

**Ключевые слова:** Блокчейн, блокчейн эксплорер, криптовалюта, КЗ кэш, KZC.

**Введение.** Блокчейн – это не просто объект, продукт, тенденция или некая возможность. Блокчейн состоит из нескольких частей, некоторые из которых работают вместе, а другие – самостоятельно и независимо. Благодаря этой модульности блокчейн имеет бесконечное множество вариантов использования. Идея блокчейна простая, но мощная – она заключается, прежде всего, в новаторском подходе. Распространение блокчейна происходит постепенно, начиная с разработчиков и стартаперов. За ними следуют люди, связанные с ИТ-бизнесом, а за ними – компании, которые открыли для себя огромный потенциал блокчейна. В долгосрочной перспективе большинство пользователей не будут знать или понимать, что в программном обеспечении или сервисе, которым они пользуются, присутствует блокчейн [1,2].

Блокчейн – это децентрализованный журнал записи транзакций, который является частью более широкой вычислительной инфраструктуры, которая также должна включать в себя много других функций [3].

Если Вы решили запустить свою криптовалюту, тогда Вам понадобиться запустить обозреватель блоков или его правильно называть «Блокчейн эксплорер». С помощью данного обозревателя любой человек может посмотреть историю транзакций данной криптовалюты, баланс адресов сети блокчейн и т.д. Это сайт, где будут представлены данные блокчейна.

В этой статье для примера выбрана одна из криптовалют KZ Cash (далее KZC), владельцем которого является гражданин Казахстана [4].

**Методы.**

Так как блокчейн эксплорер должен работать круглосуточно, но не требует много ресурсов сервера, достаточно использовать облачный приватный сервер. Поэтому первое, что надо сделать разработчику блокчейн эксплорера – это приобрести сервер из облачных сервисов. В предыдущей статье был проведен обзор сервисов, где можно приобрести сервер с параметрами не менее ниже указанных[5]:

- 1 CPU Core ;
- 512MB RAM;
- 10GB HDD.

После приобретения сервера, необходимо установить операционную систему Linux Ubuntu 16.04 x64. Также необходимо на этом сервере установить кошелек KZC и запустить его демон [6,7]. Для этого необходимо выполнить следующие шаги:

1. Скачать архивный файл кошелька из официального источника:

```
wget https://github.com/kzcashteam/ucom/releases/download/v0.1.9.1/kzcash-0.1.9.1-cli-linux-ubuntu1604.tar.gz;
```

2. Распаковать его в текущем каталоге:

```
tar -xzvf kzcash-0.1.9.1-cli-linux-ubuntu1604.tar.gz,
```

в результате появятся файлы:

```
kzcash-cli;
```

```
kzcashd;
```

```
kzcash-tx;
```

3. Удалить архивный файл:

```
rm kzcash-0.1.9.1-cli-linux-ubuntu1604.tar.gz;
```

4. Переместить эти файлы в каталог /usr/local/bin, чтобы их можно было выполнить из любого места

```
mv kzcash* /usr/local/bin/.
```

5. Настройка конфигурационного файла. Необходимо создать каталог .kzcash и там файл kzcash.conf.

```
mkdir .kzcash
```

```
nano .kzcash/kzcash.conf
```

Вам необходимо открыть этот файл, внести следующие данные:

```
rpcuser=мойлогинRPC
```

```
password=мойпарольRPC
```

```
listen=1
```

```
server=1
```

```
rpcallowip=127.0.0.1
```

```
maxconnections=256
```

```
printtodebuglog=0
```

```
masternode=0
```

```
externalip=IP адрес сервера:8277
```

```
addnode=80.211.72.144
```

```
addnode=80.211.188.130
```

```
addnode=80.211.89.228
```

```
addnode=80.211.213.42
```

```
addnode=80.211.102.121
```

Значения вместо слов «мойлогинRPC», «мойпарольRPC» надо самому задавать. Они также будут использованы для запуска эксплорера.

6. Сохраните и закройте файл конфигурации. Запустите демон кошелька:

```
kzcashd -daemon
```

7. Надо проверить работоспособность кошелька:

```
kzcash-cli getinfo
```

Результат должен быть примерно таким:

```
{
  "version": 10901,
  "protocolversion": 70207,
  "walletversion": 10100,
  "balance": 0.00000000,
  "privatesend_balance": 0.00000000,
  "blocks": 407464,
  "timeoffset": 0,
  "connections": 8,
  "proxy": "",
  "difficulty": 49376.90280747741,
  "testnet": false,
  "keypoololdest": 1563428956,
  "keypoolsize": 1001,
```

```
"paytxfee": 0.00000000,  
"relayfee": 0.00010000,  
"errors": ""  
}
```

Надо обратить внимание на количество блоков (blocks) и соединений (connections). Они не должны быть равны «0» если Ваш кошелек подключился к сети.

### Установка блокчейн эксплорера

Для выполнения задачи были рассмотрены готовые решения. И наиболее популярным и работоспособным оказался решение Luke Williams [8]. Данное решение разработано с использованием не реляционной базы MongoDB и веб сервера NodeJS. На нашем сервере установлена операционная система Ubuntu 16.04 x64. Для MongoDB рекомендуется использовать 64-х разрядную операционную систему [9].

Приступаем к установке блокчейн эксплорера:

1. Обновить Ubuntu

```
sudo apt-get update
```

2. Установка nodeJS

```
sudo apt install nodejs-legacy
```

В настоящее время актуальной версией nodeJS является 4.2.6.

3. Установка NPM

```
sudo apt install npm
```

```
sudo apt-get install
```

4. Добавить Swap размером 4 Гб.

5. Установка MongoDB

```
sudo apt-key adv --keyserver hkp://keyserver.ubuntu.com:80 --recv  
9DA31620334BD75D9DCB49F368818C72E52529D4
```

```
echo "deb [ arch=amd64,arm64 ] https://repo.mongodb.org/apt/ubuntu xenial/mongodb-org/4.0 multiverse" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/mongodb-org-4.0.list
```

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install -y mongodb-org
```

6. Перезагрузка сервера

```
reboot
```

7. Запуск MongoDB

```
sudo service mongod start
```

8. Создание базы для блокчейн эксплорера.

```
sudo mongo
```

```
> use explorerdb
```

```
> db.createUser( { user: "3er22wee3", pwd: "мойпарольMongoDB", roles: [ "readWrite" ] } )
```

```
)
```

```
> exit
```

«мойпарольMongoDB» - необходимо задать пароль для пользователя блокчейн эксплорера.

9. Установка kerberos

```
sudo apt install libkrb5-dev
```

10. Загрузка и установка приложения и его настройка есть в вышеуказанной статье [5].

11. Проверка доступности приложения.

Доступность приложения можно проверить следующей командой:

```
wget http://127.0.0.1:3001
```

Эта команда должна генерировать HTML страницу index.html

Потом из своего компьютера в адресной строке браузера набираем:

```
http://Внешний IP адрес:3001
```

Например: <http://80.211.53.240:3001>

Открывается страница, показанная на рисунке 1.

## • Технические науки

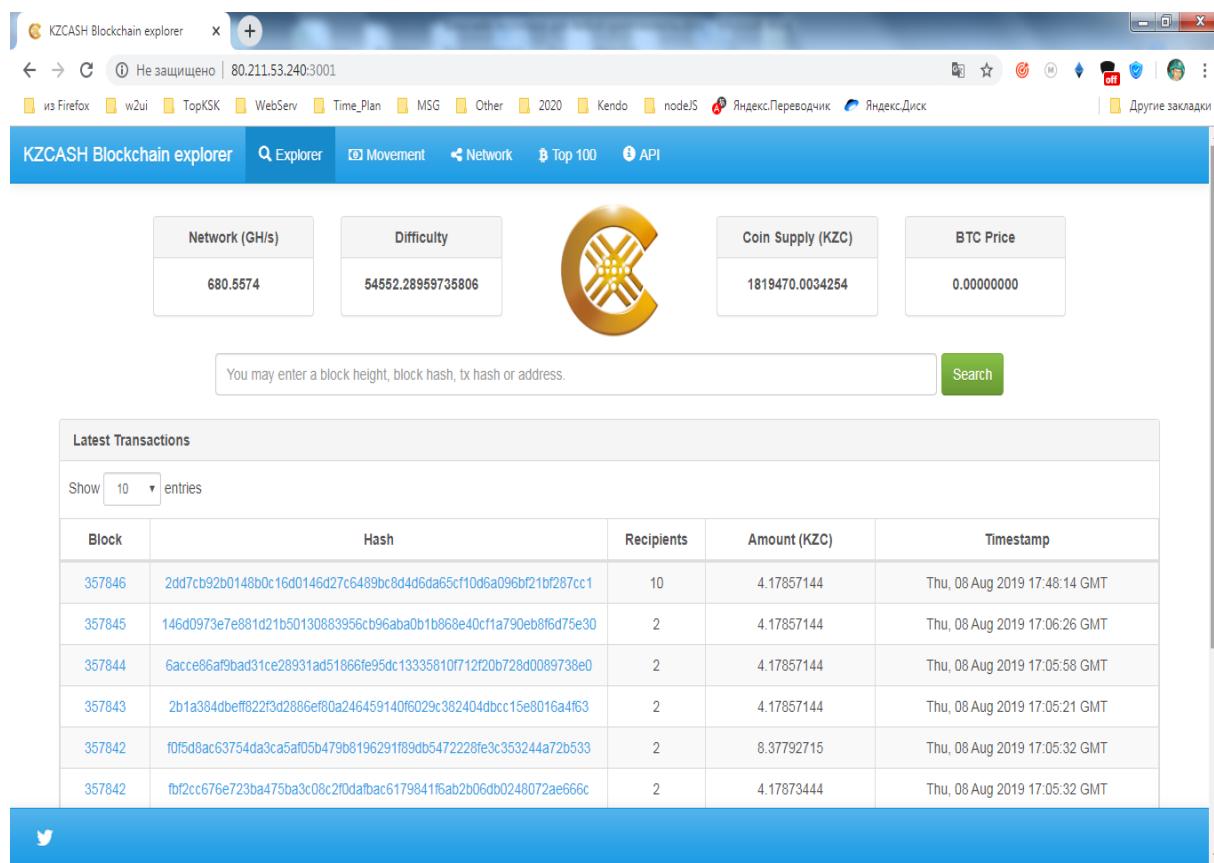


Рис. 1. Страница блокчейн эксплорера

Если у Вас не получилось, на сервере проверьте доступность снаружи порта 3001:

```
sudo ufw status
```

В результат выполнения этой команды, если данный порт открытый, у Вас должна быть такая строка :

```
3001      ALLOW      Anywhere
```

Если рядом с этим портом написано DENY, данный порт закрыт для внешнего мира. Открыть его можно следующей командой:

```
sudo ufw allow 3001
```

### Результаты.

Для улучшения характеристик данного приложения было решено добавить следующие пункты [10]:

1. Создать доменное имя, и привязать внешний адрес нашего приложения через доменное имя.
2. Добавление SSL сертификата, чтобы обмен данными проходил в зашифрованном виде.
3. Установить nginx и доступ к приложению сделать через него. Это дает защиту от DDOS атак.

Для получения доменного имени был использован ресурс ps.kz. В нем в доменах, в управление DNS зоной была добавлена «A запись», которая перенаправляет все запросы отправленные на адрес «chain.kzpool.com» на наш сервер.

Для получения SSL сертификата, был использован бесплатный ресурс - <https://www.sslforfree.com/certificates>.

Необходимо установить и настроить nginx:

1. Все запросы отправленный на этот сервер перенапрвить на 3001 порт. Тогда в адресной строке нет необходимости указывать порт.
2. Привязать SSL сертификат.
3. Задать имя сервера.

После внесения всех настроек необходимо перезапустить nginx, закрыть порт 3001 для безопасности. И можем проверить наш блокчейн эксплорер с указанием адреса chain.kzpool.com (рис. 4).

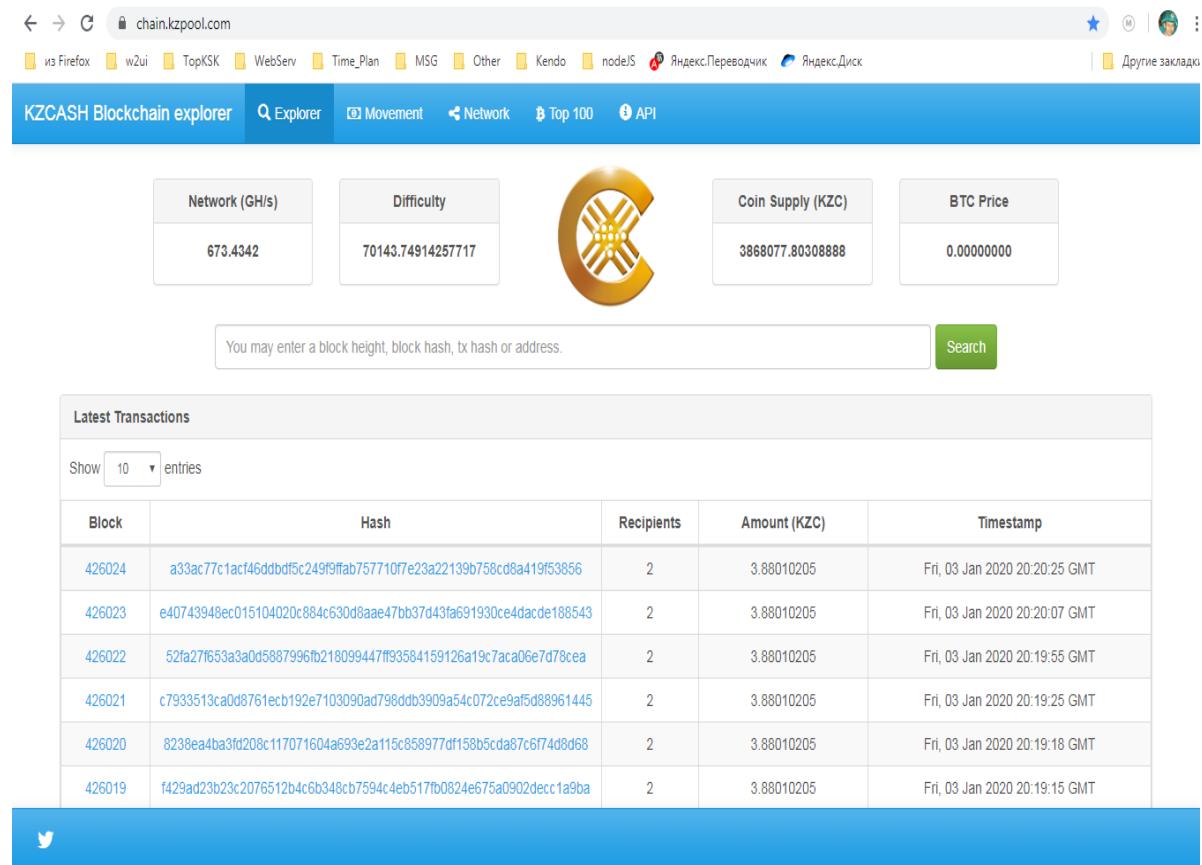


Рис. 4. Страница блокчейн эксплорера с подключенным SSL сертификатом

### Заключение

В данной статье был рассмотрен запуск блокчейн эксплорера. За основу использован проект Luke Williams из github. Для реализации задачи использованы Open Source решения. При этом для выполнения задачи требуются минимальные затраты. Для улучшения характеристик проекта Luke Williams применены инструмент nginx и SSL сертификат. Такое решение будет актуальным в будущем в связи с развитием криптовалютной индустрии.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лоран Лелу. Блокчейн от А до Я. Все о технологии десятилетия. «Издательство «Эксмо», 2018 г.
- [2] Елемесов Марат Блокчейн на службе «Цифрового Казахстан». Литер. – 2018. - 28 сентября (№ 146). - С. 4
- [3] Мелани Свон. Блокчейн. Схема новой экономики. Издательство «Олимп – Бизнес», 2017.
- [4] Интернет сайт монеты KZC - <https://kzpool.com>.
- [5] Г.С. Омаров, Д.З. Джурунтаев, А.В. Варнавский. POS-МАЙНИНГ НА VPS ПО ОС LINUX. / В.И. Горбаченко, В.В. Дрождина. Сборник статей. ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАНИИ, УПРАВЛЕНИИ, ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ. Издательство «Приволжский Дом знаний», 2019 г., стр. 238-244.
- [6] Котенок Д., Ubuntu Linux: базовый курс. Брянск, 2009.
- [7] Колисниченко Д. Н., Linux - Полное руководство. Санкт-Петербург, Наука и техника, 2006.
- [8] Блокчейн эксплорер, разработанный Luke Williams - <https://github.com/iquidus/explorer>.
- [9] Начало работы с Node.js - <https://medium.com/devschacht/node-hero-chapter-1-239f7afeb1d1>.
- [10] Флёнов М. Е., Linux глазами хакера. БХВ-Петербург, 2018.

Омаров Г. С., Джурунтаев Д. З., Фесенко А.

### Кез келген cryptocurrency үшін blockchain explorer

**Түйіндеме:** Блокчейн желісің ашықтығы блокчейн эксплорер жасау керек. Бұл мақалада кез келген криптовалюта үшін блокчейн эксплорер жасау мүмкіндігі қарастырылған.

**Кілттік сөздер:** Блокчейн, блокчейн эксплорер, криптовалюта, КЗ кэш, KZC.

**<sup>1</sup>V.Urazalinov, <sup>1</sup>A.Mukhanova, <sup>2</sup>A.Ismailova, <sup>1</sup>M. Makhanov, <sup>1</sup>M.Esenova**

(<sup>1</sup>L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

<sup>2</sup>S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: vilenurazalinov@bk.ru)

## **OVERVIEW OF THE STAGES OF INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT IN INFORMATION SYSTEMS**

**Summary.** The article presents several concepts related to the assessment of security risks of an object of informatization. Also presented are the goals, objectives, processes and methodologies of risk assessment, their analysis in accordance with the role, structure and environment of the object of informatization. A comparison with the development of risk assessment at different stages is presented. The risk assessment trend is put forward in accordance with the current norms and rules of risk assessment. This article primarily discusses the current situation and trends in the development of information security risk assessment of information systems. Hence, it should be concluded that in the current environment, the assessment of information security risks has moved to the fourth stage, which focuses on business processes supported by information systems. The risks of business processes from technological and managerial points of view are considered.

**Key words:** information security, information security risk management, information security risk assessment, information system, protection of information assets, business process, model the interrelationships between the concepts.

**<sup>1</sup>В.О.Уразалинов, <sup>1</sup>А.А.Муханова, А.А. <sup>2</sup>Исмайлова, <sup>1</sup>М.Маханов, <sup>1</sup>М.Б. Есенова**

(<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан

<sup>2</sup>Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Нур-Султан

E-mail: vilenurazalinov@bk.ru)

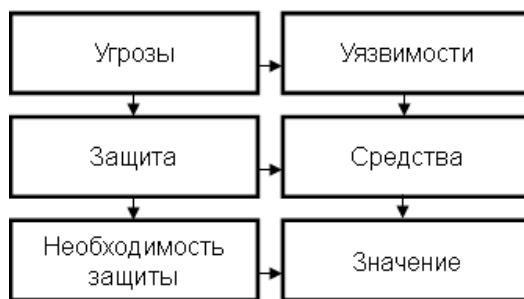
## **ОБЗОР ЭТАПОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

**Аннотация.** В статье представлены несколько концепций, связанных с оценкой рисков безопасности объекта информатизации. Также, представлены цели, задачи, процессы и методологии оценки риска, их анализ в соответствии с ролью, структурой и средой объекта информатизации. Представлено сравнение с развитием оценки риска на разных этапах. Тенденция оценки риска выдвигается в соответствии с текущими нормами и правилами оценки рисков. В данной статье в первую очередь обсуждалась текущая ситуация и тенденции развития оценки рисков информационной безопасности информационных систем. Отсюда, следует вывод, что в нынешних условиях оценка рисков информационной безопасности перешла к четвертому этапу, который фокусируется на бизнес-процессах, поддерживаемых информационными системами. Рассмотрены риски бизнес-процессов с технологической и управлеченческой точек зрения.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, управление рисками информационной безопасности, оценка рисков информационной безопасности, информационная система, защита информационных активов, бизнес-процесс, модель взаимосвязи концепций.

В настоящее время все больше компаний и организаций становятся полностью зависимыми от объектов информатизации в своей повседневной работе [10,11]. Их безопасность была объявлена ключевой проблемой для развития глобального информационно-коммуникационного общества. В этот оцифрованный век организации используют множество объектов информатизации для поддержки и выполнения своих задач. Управление рисками играет решающую роль в защите информационных активов организаций, а также миссии объекта информатизации. Центром управления рисками является оценка рисков: средства, с помощью которых риски для систем выявляются и оцениваются для обоснования мер безопасности. Чтобы эффективно изучать оценку риска безопасности объекта информатизации, важно изучить правило эволюции оценки риска.

Вместе с тем, необходимо упомянуть несколько основных понятий, таких как риск, активы, угроза, уязвимость, воздействие, информационная система, безопасность информационной системы, оценка риска. Риск определяется в стандарте ISO/IEC[16] как «вероятность того, что данное обращение будет использовать уязвимости актива или группы активов, чтобы вызвать потерю или повреждение активов». Модель взаимосвязи концепций, которая дает четкое объяснение их связей, показана на рисунке 1.



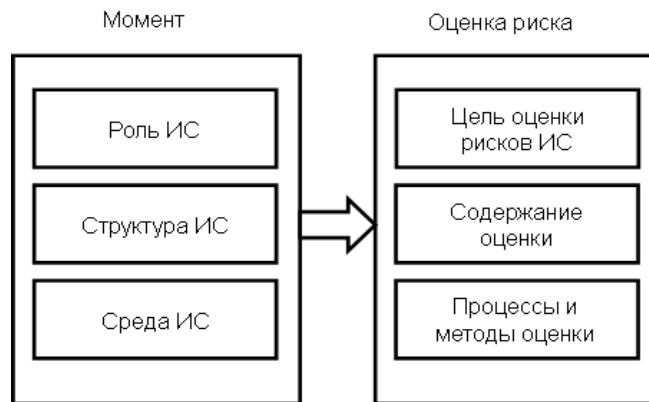
**Рис. 1.** Отношения в управлении рисками в информационных системах

Определение данное выше - это узкое понятие информационной системы, которое относится к объектам информатизации. Два уровня значений включены в информационную систему. Во-первых, функция информационной системы заключается в завершении миссий организации. Во-вторых, это компонент информационной системы для координации и завершения миссии организации.

#### *Безопасность информационной системы.*

Цель информатизации состоит в том, чтобы завершить выполнение операции информационной системой. В то же время, информационная система опирается на элементы своей конституции и информацию в процессе достижения миссии организации. Одним словом, безопасность информационной системы может использоваться в элементах координации информационной системы и достижения цели информационной системы. Управление рисками - это процесс установления и поддержания безопасности информационной системы в организации [12], который направлен на «выявление, измерение и контроль неопределенных событий», чтобы минимизировать потери и оптимизировать возврат капитала, инвестированного в целях безопасности. Как основа управления рисками, оценка рисков является средством, с помощью которого риски для систем выявляются и оцениваются для обоснования мер безопасности [13]. В нем содержится информация о том, почему следует проводить оценку рисков: что оценивать, а также как оценивать и другие вопросы.

Безопасность информационной системы и оценка рисков развиваются с прогрессом в создании и среде информационной системы, а также с функциональной превратностью информационной системы в организации [9]. На рисунке 2 представлены различия в функции, структуре и среде информационной системы, которые вызывают различия в содержании, процессе и методе оценки риска.



**Рис. 2.** Модель оценки рисков

#### *Первый этап*

На этом этапе информационная система была сформирована из относительно изолированных базовых блоков. Он использовался для проведения научных расчетов и пакетной обработки вместо людей. Сами компьютеры были защищены информационной системой как редкие инструменты. Защита вычислительных средств осуществлялась путем применения физических контрмер вокруг и внутри мэйнфреймов [7,8]. Безопасность вычислительного объекта измерялась путем оценки степени соответствия объекта предписанному набору мер безопасности. Были представлены контрольный список и основные методы оценки рисков для выбора дискреционных мер безопасности ИБ. Контрольный список Питера С. Брауна для самоаудита компьютерного центра является примером

метода оценки рисков первого этапа. Метод оценки риска на первом этапе был простым и частичным для мейнфреймов с ручными операциями, которые в основном основывались на опыте [3].

*Второй этап*

С широким использованием локальных сетей и развитием вычислительной среды информации, которую обрабатывал компьютер, стала распространяться в соответствующих отделах организаций. Защита информации и информационных технологий активы обработки информации включены в оценку рисков. Оценка риска на первом этапе устарела из-за новых требований со стороны объектов и изменения окружающей среды. Поэтому было предложено новое содержание и методы оценки рисков. Другие области, такие как ядерная энергетика, оружие и авиация, рассматривали системы и использовали аналитический анализ рисков; их успех послужил стимулом для подхода к оценке рисков. В результате всего этого появился новый взгляд на риск для программной системы, и Национальный институт стандартов и технологий в США сыграл выдающуюся роль в этом. Шесть концепций в оценке риска были формализованы: активы, уязвимости, угрозы, вероятности, воздействия и гарантии. Это новое представление о риске гласит: «Угроза реализуется через уязвимость, которая воздействует на актив», который был назван оценкой риска на основе актива. Метод оценки риска на этом этапе был направлен на защиту всей информационной системы путем выявления и анализа угроз, уязвимостей, вероятностей и воздействий. Хотя оценка риска на данном этапе не получила широкого применения на практике, она предоставила набор теории оценки риска на основе активов, сформировала несколько элементов риска, включая активы, уязвимости и угрозы, которые заложили теоретическую основу для оценки риска на третьем этапе.

*Третий этап*

С использованием коммуникационных сетей, таких как Интернет, стали возможным межорганизационные общения, электронная коммерция и онлайневые услуги. Структура и среда информационных систем стали довольно сложными. Новые угрозы для информационных систем возрастают. Обмен информацией между организациями и субъектами за пределами были расширены. Поэтому риск информационных систем не только влияет на атрибуты безопасности информации, но приводит к прямым экономическим потерям в организациях, но также учитывает эксплуатационные и производственные последствия, а также репутацию и имидж организации.

Краткий анализ оценки риска на разных этапах представлен в таблице 1.

Таблица-1. Краткий анализ оценки риска на разных этапах

№ этапа	Роль информационной системы	Структура и фон информационной системы	Цель и задачи оценки риска	Процесс оценки риска и типичный метод
1	Пакетные задания и научный расчет	Централизованные мейнфреймы	Сам компьютер	Оценивая, насколько хорошо объект придерживался предписанного набора мер безопасности.
2	Обмен информацией и обмен в отделах	Локальные сети и распределенная среда	Для защиты активов информационных систем	Путем расчета угроз, уязвимостей, вероятностей активов.
3	Обмен информацией и обмен в организациях	Сети связи	Для защиты активов и воздействия на бизнес-процесс путем оценки активов	Аналогично второму этапу, но внедрялась во время оценки рисков.

В наши дни, с предложением стратегии индустриализации, стимулирующей информационные технологии, внедрением информатизации, реинжинирингом бизнес-процессов, реализацией технологии документооборота, внедрением ERP и его расширением до SCM, CRM, информационная система используется не только для обмена информацией в качестве платформы внутри организации и организации вокруг, но является незаменимым инструментом для повседневной деятельности [13,15]. Безопасность информационной системы является не только целью защиты активов информационной безопасности, но также необходима для обеспечения безопасности в повседневной работе процесса информационной системы. Подходы к оценке рисков на всех вышеупомянутых этапах более не подходят в современной информационной среде. Информационная система оценки рисков вступает в

новый этап. Отсутствует соответствующая методология оценки риска ввиду такой сложной гигантской системы.

Оценка риска должна начинаться с понимания информационной системы во всей инфраструктуре. Шарон, Карин [1] указали на недостатки традиционной восходящей оценки рисков на основе активов информационной системы на упомянутых этапах и выдвинули нисходящую оценку рисков и анализ рисков информационных технологий на основе бизнеса. Сюзанна Рориг и Кнорр[2] предложили метод получения защитных мер с точки зрения бизнес-процессов. Защита активов не является целью организаций. Активы осознают свою ценность, координируя и достигая операционного процесса и миссии. Во-первых, эти активы скординированы для совместной работы в целом. Это требует хорошего понимания этих активов и их взаимоотношений; Во-вторых, вместо защиты активов конечная цель безопасности информационной системы состоит в том, чтобы защитить информационную систему для выполнения своей организационной миссии в целом. Бизнес-процессы объединяют все независящее оборудование, людей и так далее для выполнения какой-то конкретной работы. Это демонстрирует синергию этих активов. С одной стороны, он отражает взаимосвязанные связи между активами. С другой стороны, это воплощение миссии информационных систем. Поэтому стоит обратить внимание на метод оценки рисков четвертого этапа, который ориентирован на перспективу бизнес-процесса с важной особенностью бизнес-процесса. В связи с внедрением бизнес-процесса оценка рисков на четвертом этапе требует дополнительных технологий для поддержки нового метода оценки рисков.

Информационная система играет все более важную роль в организации с развитием и применением компьютеров и сети [11,12]. Информационная система стала абсолютно необходимым инструментом для многих деловых операций. Как основа управления безопасностью, оценка рисков прошла три этапа. Сейчас идет переход от третьего этапа к четвертому с бизнес-ориентированными характеристиками. Когда значение безопасности информационной системы полностью оправданы.Бизнес-процесс, поддерживаемый информационной системой, все еще сталкивается с операционным и управлением риском, и новые риски также возникают в результате изменения операций бизнес-процесса после применения информационных технологий. Все эти риски игнорируются в текущем исследовании оценки рисков информационной безопасности. В данной статье в первую очередь обсуждалась текущая ситуация и тенденции развития оценки рисков информационной безопасности информационных систем. Отсюда, следует вывод, что в нынешних условиях оценка рисков информационной безопасности перешла к четвертому этапу, который фокусируется на бизнес-процессах, поддерживаемых информационными системами, и анализирует риски бизнес-процессов с технологической и управлением точек зрения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Liu, S., & Lin, Y., Greysystems: Theory and applications. BerlinHeiderberg: Springer-Verlag, 2011
- [2] NIST Managing Information Security Risk: Organization, Mission, and Information System View, NIST, USA, 2011
- [3] Rot, A. World Congress on Engineering and Computer Science, WCECS 2008, San Francisco, USA, 22 - 24 October, 2008. HongKong: IAENGInternationalAssociationofEngineers
- [4] Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2017 года №407 «Об утверждении Концепции кибербезопасности»
- [5] Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 декабря 2016 года № 832 «Об утверждении единых требований в области информационно-коммуникационных технологий и обеспечения информационной безопасности»
- [6] Закон Республики Казахстан от 24 ноября 2015 года №418-V «Об информатизации»
- [7] Амирбай А., Муханова А.А. Расчет рисков на основе объективных оценок для уязвимости информации в компьютерной системе предприятия // «Российская наука в современном мире»: XVII Международная научно-практическая конференция. - Москва, 2018. - С. 140-142.
- [8] Муханова А.А., Идрисова И.А., Тұрымтай Ж.Б. Методика оценки рисков информационной безопасности // Труды IV международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете стратегии «Казахстан-2050». - Астана, 2017. - С.376-379.
- [9] A. Fedotov, A. Mukhanova. Vulnerability Classification of Information Security in Corporate Systems // International Journal of INFORMATION (Indexed by Scopus, JDream, Mathematical Reviews, Zentralblatt MATH, ProQuest, Swets, EBSCO). – 2014. - Vol.17, No.1.- pp. 219-228.
- [10] Федотов А.М, Тусупов Да.А., Муханова А.А. Применение метода аналитических сетей для оценки системы информационной безопасности // Интеллектуальные информационные и коммуникационные

технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050»: материалы международной конференции. - Астана, 2014. - С.544-546.

[11] Федотов. А.М., Ревнивых А.В., Муханова А.А., Классификация угроз и уязвимостей информационной безопасности в корпоративных системах. // Вестник. Серия информационных технологий.– Новосибирск: НГУ, 2013. - Т.11. В. 2. – С.55-72.

[12] Боранбаев С.Н., Нурушева А.М., Ерсаханов К.Б. «Современное состояние и дальнейшее развитие информационной безопасности в Республике Казахстан». Хабаршы-Вестник Евразийского национального университета им.Л.Н.Гумилева №4 (119), Астана, 2017. – С. 52-62.

[13] Боранбаев С.Н., Нурушева А.М. «Информационная безопасность и надежность информационных систем и информационно-коммуникационных инфраструктур». Труды V Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационные и коммуникационные технологии – средство осуществления третьей индустриальной революции в свете Стратегии «Казахстан-2050» – Астана: ЕНУ, 2018, с. 308-310.

[14] А.С. Боранбаев, С.Н. Боранбаев , А.М. Нурушева , К.Б. Ерсаханов. «Подходы, методы и инструментальные средства по обеспечению надежности функционирования информационных систем». ВЕСТНИК КазНИТУ № 6 (130), Алматы, 2018. Стр 153-158.

[15] С.Н. Боранбаев , А.М. Нурушева. «Методы повышения надежности информационных систем и исследование глобального индекса кибербезопасности Казахстана» ВЕСТНИК КазНИТУ № 5 (129), Алматы, 2018. Стр 330-335.

[16] «Информационные технологии – Методы обеспечения безопасности – Системы управления информационной безопасностью – Требования». Международный стандарт.

Уразалинов В.О., Муханова А.А., Исмаилова А.А., Маханов М., Есенова М.Б.

#### Ақпараттық жүйелердегі ақпараттық қауіпсіздік тәуекелін бағалау кезеңдеріне шолу

**Түйіндеме.** Мақалада ақпараттандыру объектісінің қауіпсіздік тәуекелдерін бағалауға қатысты бірнеше ұғымдар берілген. Соңдай-ақ ақпараттандыру объектісінің рөлі, құрылымы мен ортасына сәйкес тәуекелдерді бағалаудың мақсаттары, міндеттері, процесстері мен әдістемелері, оларды талдау ұсынылған. Әр түрлі сатылардағы тәуекелдерді бағалауды әзірлеумен салыстыру ұсынылған. Тәуекелдерді бағалау үрдісі қолданыстағы нормалар мен тәуекелдерді бағалау ережелеріне сәйкес ұсынылады. Бұл мақалада бірінші кезекте ақпараттық жүйелердің ақпараттық қауіпсіздігі тәуекелдерін бағалаудың ағымдағы жағдайы мен даму үрдістері талқыланды. Осыдан, қазіргі жағдайда ақпараттық қауіпсіздік тәуекелдерін бағалау ақпараттық жүйелермен қолдау көрсетілетін бизнес-процестерге шоғырланатын төртінші кезеңге өтті деген қорытынды шығады. Технологиялық және басқару тұрғысынан бизнес-үдерістердің тәуекелдері қарастырылды.

**Кілттік сөздер:** ақпараттық қауіпсіздік, ақпараттық қауіпсіздік тәуекелін басқару, ақпараттық қауіпсіздік тәуекелін бағалау, ақпараттық жүйе, ақпараттық активтерді корғау, бизнес-процесс, тұжырымдамалардың өзара байланысының моделі.

**O.A. Baimuratov<sup>1</sup>, G.D. Bayadilova<sup>1</sup>, U.Sh.Omarova<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup> Suleyman Demirel University, Kaskelen, Kazakhstan

E-mail: olimzhon.baimuratov@sdu.edu.kz, 181101003@stu.sdu.edu.kz

<sup>2</sup> Turan University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: u.omarova@turan-edu.kz)

## ANALYSIS OF PROGRAMS FOR THE PURCHASE OF HOUSING IN KAZAKHSTAN BY YOUNG FAMILIES

**Abstract.** This paper presents the results of an analysis of state housing programs for citizens of the Republic of Kazakhstan. The main parameters and requirements for making decisions on the housing issues were analyzed in the framework of compliance with the state requirements.

As a result of the analysis, a table was developed that includes the main criteria and requirements for the state program, which serves to determine the number of steps and opportunities for obtaining housing in the Republic of Kazakhstan. These analysis results determine the requirements criteria for constructing a mathematical model and assessing the obtaining housing under the state program, depending on the time and steps for implementing the demand of state programs.

**Keywords:** housing; government programs; housing provision; young family.

**О.А. Баймуратов<sup>1</sup>, Г.Д. Баядилова<sup>1</sup>, У.Ш.Омарова<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Университет имени Сулеймана Демиреля, г. Каскелен, Казахстан  
E-mail: olimzhon.baimuratov@sdu.edu.kz, 181101003@stu.sdu.edu.kz

<sup>2</sup>Университет Туран, Almaty, Kazakhstan  
E-mail: u.omarova@turan-edu.kz)

## АНАЛИЗ ПРОГРАММ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИЛЬЯ В КАЗАХСТАНЕ ДЛЯ МОЛОДЫХ СЕМЕЙ

**Аннотация.** В данной работе предоставлены результаты анализа государственных программ по предоставлению жилья для граждан Республики Казахстан. Проанализированы основные параметры и требования для принятия решения по жилищному вопросу в рамках соответствия государственных требований.

В результате анализа разработана таблица, включающая основные критерии и требования по государственной программе, которая служит для определения количества шагов и возможностей получения жилья в Республике Казахстан. Данные результаты анализа определяют критерии требования для построения математической модели и оценки получения жилья по государственной программе в зависимости от времени и шагов осуществления требований государственных программ.

**Ключевые слова:** жилье; государственные программы; обеспеченность жильем; молодая семья.

**Введение.** Жилищная проблема является самой важной среди других социально-экономических проблем любой Республики, поскольку в него входят важные аспекты, касающиеся жизни человека и его социального статуса. Жилищный вопрос является одним из самых актуальных вопросов в настоящее время [1].

Для формирования и развития человеческого капитала необходима эффективная жилищная политика государства. Жилищная политика должна быть направлена на обеспечение жильем нуждающихся. Характерной чертой крупных городов является потребность в жилье, которое часто превращается в настоящую социальную катастрофу. В Казахстане существуют несколько видов программ для приобретения недвижимости: покупка жилья за наличные средства, ипотечные займы через банки второго уровня, получение жилья от государства [2], арендуемое жилье с последующим выкупом, арендуемое жилье без выкупа для молодежи, получение жилья по государственной программе для очередников местных исполнительных органов.

### Анализ государственных программ в Республике Казахстан и способы получения жилья.

В Казахстане существуют несколько видов программ по приобретению жилья, для широких слоев населения. Рассмотрим несколько вариантов получения жилья, такие как: арендное жилье без права выкупа [3], программа «Бакытты отбасы» [4], социальное кредитное жилье местных исполнительных органов (далее - МИО) [5], программа 7-20-25 [6], рыночная программа Баспана Хит [7], аренда без права выкупа от Казахстанской Ипотечной Компании (далее КИК) [8], ипотека «Орда» от КИК [9], жилье для военнослужащих и сотрудников специальных госорганов через ЖССБК [4].

#### 1. Арендное жилье без права на выкуп

Арендное жилье без права выкупа могут получить граждане Республики Казахстан, которые определены в статье 68 Закона «О жилищных отношениях» Республики Казахстан и работающей молодежи [10].

Кроме того, арендное жилье без выкупа будет выдаваться работающей молодежи, которые не достигли 29 летнего возраста, получающие официальный доход в размере не менее 40 МРП =  $40 \times 2651 = 106\ 040$  тенге в 2020 году. Арендное жилье без права выкупа предоставляется на 5 лет [3].

После публикации в интернет-ресурсе МИО объявления о начале приема заявлении на получение арендного жилья без права выкупа, претендентам необходимо предоставить список документов в НАО «Государственная корпорация «Правительства для граждан» по месту проживания или сдать документы через портал Электронного правительства (<http://egov.kz>) пройдя по ссылке: «Главная → Гражданам → Недвижимость→Покупка, продажа, аренда» [11].

Проверка на полноту документов осуществляется в течение 5 (пяти) рабочих дней после окончания приема документов.

В случае, если заявитель не соответствует требованиям Государственной программы жилищного строительства «Нұрлы жер» и «Правил предоставления арендного жилища без права выкупа для работающей молодежи», то предоставляется отказ в письменном виде.

Подсчет баллов и формирование списка претендентов на получение арендного жилья без права выкупа производится в течение 10 рабочих дней.

Баллы присваиваются по следующей схеме:

1. Если заявитель освоил профессию согласно перечню 100 наиболее востребованных рынком специальностей – 10 баллов;
2. наличие семьи – 5 баллов, за каждый год в зарегистрированном браке – 2 балла;
3. на одного ребенка – 1 балл, за каждого последующего ребенка – 2 балла;
4. если осуществляет индивидуальную предпринимательскую деятельность не менее 1 года – 5 баллов, за каждый год – 1 балл;
5. за наличие личных достижений заявителя в различных сферах деятельности – 2 балла;
6. за трудовую деятельность в бюджетных организациях (государственных учреждениях и государственных предприятиях) – 5 баллов, за каждый год стажа – 1 балл;
7. за каждый год накоплений на сберегательных счетах (депозитах) в БВУ – 2 балла.

Договор найма заключается уполномоченным органом в течение 15 календарных дней после принятия решения о предоставлении арендного жилья без права выкупа [3].

Размер арендного платежа рассчитывается МИО согласно пункту 1 статьи 97 Закона РК «О жилищных отношениях» и в соответствии с Методикой расчета размера платы за пользование жилищем из государственного жилищного фонда [12].

## 2. Программа «Бақытты отбасы» от ЖССБК

«Бақытты отбасы» – направление Государственной программы жилищного строительства «Нұрлы жер» по кредитованию малообеспеченных семей через АО «Жилстройсбербанк Казахстана» (далее - ЖССБК). Кандидатами могут быть многодетные семьи, неполные семьи, семьи, имеющие или воспитывающие детей-инвалидов [4].

Требования к Кандидатам для получения льготного кредита под 2% годовых:

- 1) гражданство Республики Казахстан;
- 2) отсутствие на дату подачи заявления у заявителя и постоянно совместно проживающих с ним членов его семьи (супруг (а), несовершеннолетних детей) на территории Республики Казахстан жилья на праве собственности;
- 3) наличие среднего дохода за последние 6 (шесть) месяцев, не превышающего на каждого члена семьи 1 (одного) показателя минимальной заработной платы в месяц (42 500 тенге – 2020 г.), установленного законодательством на текущий финансовый год (без учета государственных пособий семьям, имеющим детей);
- 4) истечение 3-х летнего срока с момента расторжения брака (для неполных семей);
- 5) наличие семейного совокупного дохода от трудовой и (или) предпринимательской деятельности;
- 6) подтверждение платежеспособности;
- 7) подтверждение МИО постановки на учет нуждающегося в жилище и статуса, нуждающегося в жилище по предусмотренным категориям участников в соответствии с Законом Республики Казахстан "О жилищных отношениях".

После расчёта платежеспособности участнику программы Банк выдает уведомление о возможности кредитования с указанием суммы займа, на которую может претендовать заявитель.

Предоставляется три месяца на поиск жилья в новостройке или на вторичном рынке жилья.

После выбора жилья необходимо провести оценку недвижимости и предоставить в ЖССБК вместе с копиями документов на жильё.

Максимальная сумма займа составляет 15 млн. тенге в городах Нур-Султан, Алматы, Шымкент, Актау, Атырау и 10 млн. тенге в других регионах. Срок погашения кредита – до 20 лет. Первоначальный взнос – 10% от стоимости жилья.

Для участников программы «Бақытты отбасы» на покупку первичного жилья есть возможность получить жилищный сертификат через местные акиматы на сумму 1 миллион тенге [13].

## 3. Социальное кредитное жилье МИО

В целях реализации Программы «Нұрлы жер» ЖССБК заключает с МИО области, города республиканского значения и столицы меморандумы, где указываются все условия реализации кредитного жилья, и вопросы взаимодействия между ними.

Процедуры отбора Претендентов и распределения жилья проводятся в период с даты получения от МИО информации, касательно реализуемого объекта. МИО не позднее 3 (трех) месяцев до даты ввода объекта в эксплуатацию предоставляет в Банк заявку на согласование объектов. При этом Кредитное жилье МИО реализуется вкладчикам и очередникам МИО через ЖССБК в течение 6 (шести) месяцев.

После заключения между Банком и МИО Меморандума о намерениях, МИО не реже одного раза в квартал направляет в ЖССБК актуальные списки очередников МИО.

ЖССБК предоставляет предварительные жилищные и промежуточные жилищные займы по ставке не более 5% годовых со сроком кредитования до 25 (двадцати пяти) лет при наличии первоначального взноса на счете в ЖССБК:

- по предварительным жилищным займам в размере не менее 20% (двадцати) от суммы займа;
- по промежуточным жилищным займам в размере, определенном Законом Республики Казахстан от 7 декабря 2000 года "О жилищных строительных сбережениях в Республике Казахстан".

Основные требования к участникам [10]:

- 1) гражданство Республики Казахстан;
- 2) наличие дохода от трудовой и (или) предпринимательской деятельности (без учета пенсионных отчислений, индивидуального подоходного налога и иных обязательных отчислений) за последние 6 (шесть) месяцев на каждого члена семьи до 3,1-кратной величины прожиточного минимума включительно, утвержденного законом о республиканском бюджете на соответствующий финансовый год;
- 3) подтверждение МИО постановки на учет, нуждающегося в жилище и статуса, нуждающегося в жилище в соответствии с Законом Республики Казахстан «О жилищных отношениях»;
- 4) подтверждение платежеспособности.

По окончании процедур отбора ЖССБК предоставляет в МИО окончательные списки участников с указанием идентификационных сведений и адреса предоставляемого жилья для последующего оформления договоров купли-продажи.

В случае недобора заявителей на реализуемое жилье среди очередников МИО, ЖССБК осуществляет отбор без применения балльной системы согласно внутренним документам ЖССБК, в том числе среди вкладчиков ЖССБК, не являющихся очередниками МИО. При этом вкладчики ЖССБК подтверждают:

- наличие постоянной регистрации по месту жительства в городах Нур-Султан и Алматы, не менее 2 (двух) последних лет на дату подачи заявления для заявителей, претендующих на приобретение жилья в данных городах;
- отсутствие по территории Республики Казахстан у заявителя и постоянно совместно проживающих с ним членов его семьи (супруг (а), несовершеннолетних детей), а также других членов семьи, включенных в состав семьи и указанных в заявлении, арендного жилья с выкупом или жилья на праве собственности (общей совместной собственности, доли в долевой собственности, составляющей общую совместную (долевую) собственность других членов семьи, указанных в настоящем пункте, как единицу жилья), за исключением:

- наличия жилья полезной площадью менее 15 (пятнадцати) квадратных метров на каждого члена семьи;
- жилых домов саманного и каркасно-камышитового типа в аварийном состоянии, грозящем обвалом (обрушением).

#### **4. Ипотечное жилищное кредитование для приобретения первичного жилья. Программа 7-20-25**

«7-20-25» - ипотечная программа, которая предоставляет новые возможности улучшения жилищных условий. Участник программы выбирает жилье на первичном рынке от застройщика. Максимальная стоимость жилья составляет 25 млн тенге для городов Нур-Султан, Алматы, Актау, Атырау, Шымкент и 15 млн тенге для других регионов [6].

Претенденты для получения жилья по ипотечной программе «7-20-25» должны соответствовать следующим требованиям:

1) наличие дохода свыше 3,1 величины прожиточного минимума от трудовой и (или) предпринимательской деятельности, подтвержденного одним из следующих документов по усмотрению банка:

2) отсутствие непогашенной задолженности по ипотечным жилищным займам по ипотечной программе «7-20-25» и иным ипотечным жилищным займам, подтвержденное кредитным отчетом кредитного бюро;

3) отсутствие на территории Республики Казахстан жилья на праве собственности, подтвержденное сведениями правового кадастра за исключением:

наличия комнат в общежитиях полезной площадью менее 15 квадратных метров на каждого члена семьи;

жилища, которое признано аварийным в порядке, установленном Государственными нормативами в области архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан.

До выдачи ипотечного жилищного займа банки второго уровня в соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан и внутренними документами банка осуществляет оценку кредитоспособности заемщика.

Банки-партнеры (операторы программы): АО «Народный банк Казахстана», АО «Банк ЦентрКредит», АО ДБ «Сбербанк», АО «Jysan bank», АО «АТФБанк», АО «Forte bank», АО «Bank RBK», АО «Евразийский банк» [6].

### 5. Рыночный ипотечный продукт Баспана Хит

«Баспана Хит» – это собственная программа ипотечной организации "Баспана" для кредитования первичного и вторичного жилья. Программа «Баспана Хит» не является государственной программой, она не имеет тех ограничений и требований к претендентам, которые имеются в программе «7-20-25» [7].

Максимальная стоимость приобретаемого жилья: 25 млн тенге для городов Астана, Алматы, Актау, Атырау и 15 млн тенге - для других регионов. Ставка вознаграждения 11% годовых. Срок кредитования – до 15 лет.

Требования: гражданство Республики Казахстан; подтверждение платежеспособности; отсутствие других ипотечных займов.

Банки-партнеры (операторы программы): АО «Народный банк Казахстана», АО «Банк ЦентрКредит», АО ДБ «Сбербанк», АО «Jysan bank», АО «АТФБанк», АО «Forte bank», АО «Bank RBK», АО «Евразийский банк» [7].

### 6. Аренда с выкупом через Казахстанскую Ипотечную Компанию

В рамках Государственной программы жилищно-коммунального развития «Нұрлы жер» на 2020-2025 годы КИК продолжает реализацию направления арендное жилье с выкупом работникам сферы образования и здравоохранения [8].

Арендное жилье с выкупом реализуется очередникам МИО, в порядке очередности, определяемой в соответствии с действующим жилищным законодательством Республики Казахстан, для следующих категорий:

- многодетные семьи;
- неполные семьи;
- семьи, имеющие или воспитывающие детей-инвалидов;
- дети-сироты, дети, оставшиеся без попечения родителей;
- оралманы;
- государственные служащие, военнослужащие, сотрудники специальных государственных органов, работники бюджетных организаций;
- инвалиды 1, 2 группы.

При этом, 50 % жилья реализуется лицам из вышеуказанных категорий, состоящим в браке не менее 3-х лет, имеющим детей (ребенка), и возраст обоих супругов не достиг 35 лет (на момент подачи заявления на участие в Программе), а также неполным семьям, в которой детей (ребенка) воспитывает один из родителей, не достигший возраста 35 лет, в том числе разведененный, вдовы.

По истечении срока аренды жилье переходит в собственность арендатора, срок аренды - 20 лет.

Не допускается отчуждение жилья в течение двух лет со дня его приобретения участником Программы в собственность по договорам купли-продажи.

Объявления о начале приема заявок по данной программе размещаются на сайтах МИО [14].

После получения документов от претендентов на арендное жилье МИО составляется предварительный список потенциальных арендаторов и направляются в КИК для определения платежеспособности. В случае соответствия потенциальных арендаторов требованиям по платежеспособности, КИК направляет в МИО список потенциальных арендаторов, соответствующих требованиям для последующего распределения и размещает информацию на сайте КИК (список участников). Распределение жилья между участниками Программы будет осуществляться в автоматизированном режиме на сайте Компании, где участники Программы самостоятельно осуществляют выбор жилья (квартир) [7].

### 7. Ипотека «Орда» от КИК.

Ипотека «Орда» - ипотечный продукт КИК для кредитования физических лиц на покупку квартир на первичном и вторичном рынке через банки-агенты [9].

Займ предоставляется до 65 млн тенгесреком до 20 лет. В зависимости от полного/частичного подтверждения доходов зависит сумма первоначального взноса. Ставка вознаграждения:

- при полном подтверждении доходов – 12% годовых;
- при частичном подтверждении доходов - 14% годовых.

Недвижимость приобретается на первичном или вторичном рынке жилья. Банк-партнер на основании предоставленных документов проводит первичный отбор участников и направляет заявку в КИК для оценки кредитоспособности заявителя и принятия решения о выдаче/отказе займа.

По итогам полученных решений Банком заключается договор от имени КИК и проходят процедуру регистрации залога для выдачи займа.

#### **8. Доступное жилье для военнослужащих и сотрудников специальных госорганов через ЖССБК**

Жилищные выплаты – это дифференцированные по регионам и составу семьи объемы денежных средств, выплачиваемые сотрудникам специальных государственных органов и военнослужащим в виде специального денежного обеспечения в случаях, предусмотренных, за счет средств республиканского бюджета [15].

Сотрудники специальных государственных органов и военнослужащие получающие выплаты имеют возможность на получение займа от ЖССБК на покупку жилья на первичном или вторичном рынке жилья [16], в том числе по договору долевого участия предоставляются сразу, без этапа накопления на депозите. Первоначальный взнос составляет - от 15% до 50%, Ставка вознаграждения по предварительным займам – от 6%-8%, срок кредитования - до 25 лет [4].

ЖССБК - единственный банк, специальные вклады в котором имеют особый статус и гарантию неприкосновенности. Жилищные выплаты не подлежат изъятию в бюджет, а также на них не может быть наложен арест по другим обязательствам владельца данного счета [15].

#### **Результаты сравнительного анализа по основным критериям одобрения и требования по программам.**

Представляются результаты сравнительных анализов в таблице 1 по требованиям и условиям получения жилья.

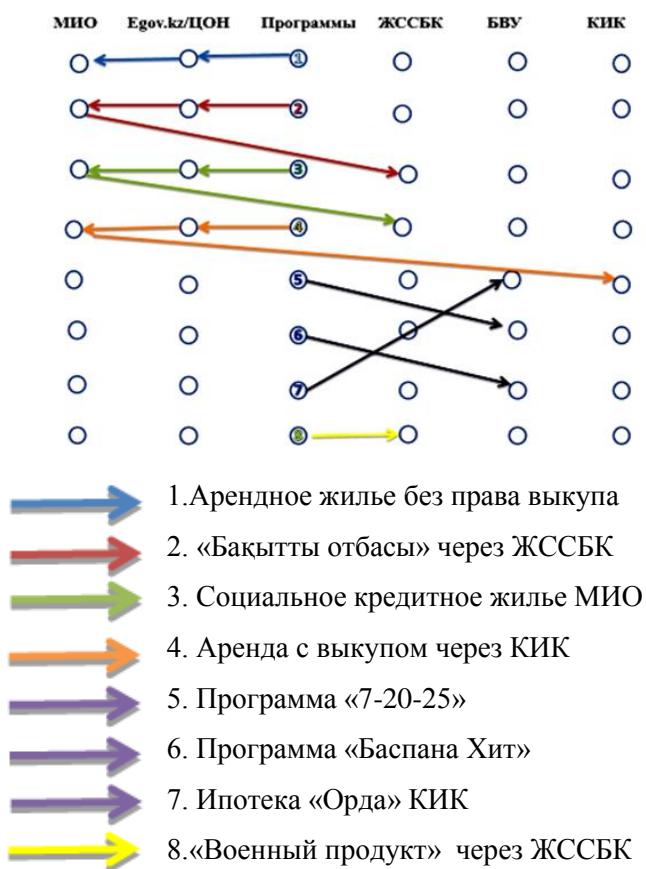
**Таблица 1. Условия ипотечных программ**

Программа	% ставка	Первоначальный взнос (%)	Срок кредитования, лет	Макс. сумма, млн. тг.	Доп. условия
<b>Баспана (7-20-25)</b>	7%	20	25	25	Кредитование первичного жилья.
<b>Баспана Хит</b>	11%	20	15	25	Кредитование вторичного жилья
<b>КИК (Орда)</b>	12-14%*	от 30	20	65	Возможность получения жилья на вторичном рынке
<b>Свой дом ЖССБК</b>	7%	50	25	до 90	Кредитование первичного жилья
<b>«Нұрлы жер» ЖССБК</b>	5%	20	25	до 45	Кредитование первичного жилья
<b>Военный Продукт ЖССБК</b>	8%	до 50	25	до 90	На первичное или вторичное жильё
<b>Бақытты отбасы ЖССБК</b>	2%	10	20	до 15	На первичное или вторичное жильё

\*12% при полном подтверждении доходов, 14% - при частичном

Банки операторы Баспана (7-20-25) и Баспана Хит: АО «Народный банк Казахстана», АО «Банк ЦентрКредит», АО ДБ «Сбербанк», АО «Jysan bank», АО «АТФБанк», АО «Forte bank», АО «Bank RBK», АО «Евразийский банк».

В результате сформированной таблицы построен график (рисунок 1) для формирования этапов получения жилья.



**Рис. 1.** Программы и шаги получения жилья в Республике Казахстан

### Статистика и анализ

Согласно Дорожной карте по проведению Года молодежи 3 года запланировано ежегодное строительство не менее одной тысячи арендных квартир на три года в городах Астана, Алматы и Шымкент для работающей молодежи (молодых специалистов) [17].

Все вышеизложенные программы по реализации жилья подходят и для молодых семей.

Кроме того, существуют льготные программы в коммерческих банках. Эти программы отличаются более низкой ставкой вознаграждения, чем для других клиентов и сниженным первоначальным взносом.

Однако несмотря на государственные программы по жилищного строительства и программы кредитования банков второго уровня, количество реализованных квартир для очередников МИО остаются низкими. Ожидание своей очереди казахстанцами достигает до 10 лет, а то и больше.

На 1 декабря 2019 года, население Казахстана составляло 18 611,1 тысяч человек, на начало 2019 года составляло 18 395,5 тысяч человек. Прирост численности населения составляет более двухсот тысяч человек ежегодно: 2014г. – 254860; 2015г.-254181; 2016г. -248318; 2017г. – 239123; 2018г.– 238230 [18].

По статистическим данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан число зарегистрированных браков составляет больше ста тридцати тысяч ежегодно: 2014 год - 159 328; 2015 год –148 769; 2016 год – 141 702; 2017 год – 141 791; 2018 год – 137 797 [18].

Однако число зарегистрированных разводов и составляет больше пятидесяти тысяч ежегодно: 2014 год - 52 673; 2015 год – 53 293; 2016 год – 51 993; 2017 год – 54 626; 2018 год – 54 797 [18].

Как указано в [19] для развития человеческого капитала одним из ключевых факторов является стабильность в семье. Люди, состоящие в браке, показывают высокий рост дохода.

Где один из факторов, влияющих на рост показателей по разводимости семей – жилищный вопрос. Семьи, не имеющие отдельного жилья вынуждены проживать с родителями, даже если не позволяет общая площадь квартиры [20].

По Республике Казахстан в январе-декабре 2019 года на строительство жилья было направлено 1423 млрд. тенге, что на 16,9% больше, чем в 2018 году. В эксплуатацию было введено 1212 многоквартирных жилых зданий и 41415 индивидуальных домов. Общая площадь жилья введенных в эксплуатацию по Республике составляет 13 133 тыс. кв. м. [21].

Согласно официальным данным ежегодно растет количество квартир во введенных в эксплуатацию жилых домах. За последние пять лет количество новых квартир выросло в два раза: с 63 743 (2014г.) до 113 485 (2018г.) [18].

Используя все данные, которые имеются можно рассчитать соотношения:

1. количество нововбрачных/число новых квартир:

137 797/113 485=1,21 (2018 год)

2. количество новых квартир/число увеличения демографии:

113 845/238 230=0,48 (2018 год)

### Заключение

В результате анализа государственных программ, были определены основные параметры и требования для принятия решения по жилищному вопросу в рамках соответствия государственных требований.

Так же определены этапы выполнения задач (шаги) и их последовательности согласно государственных программ. Данные результаты анализа определяют критерии требования для построения математической модели и оценки получения жилья по государственной программе.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] АО «Республиканская газета «Казахстанская правда», [https://www.kazpravda.kz /articles/view/zhilishchni-vopros](https://www.kazpravda.kz/articles/view/zhilishchni-vopros), 10:05, 6 Марта 2018;
- [2] Новостное агентство «Sputnik» <https://ru.sputniknews.kz/spravka/20190713/10919948/zhile-gosudarstvo-kazakhstan.html>, 19:19, 17 Февраля 2020;
- [3] «Правила предоставления арендного жилища без права выкупа для работающей молодежи», утв. приказом Министра информации и общественного развития Республики Казахстан, № 318 от 29 августа 2019 года;
- [4] Продуктовая линейка АО «Жилстройсбербанк Казахстана» утвержденная решением Комитета по банковским продуктам и процессам, и качеству обслуживания АО «Жилстройсбербанк Казахстана» от 10 апреля 2018 года №13, <https://hcsbk.kz/ru/most-important/helpful-information/product-line/>;
- [5] Постановление Правительства Республики Казахстан «Об утверждении Государственной программы жилищного строительства «Нұрлы жер» № 372 от 22 июня 2018 года;
- [6] Постановление Правления Национального Банка Республики Казахстан «Об утверждении Программы ипотечного жилищного кредитования «7-20-25. Новые возможности приобретения жилья для каждой семьи», №107 от 31.05.2018 года;
- [7] «Условия рыночного ипотечного продукта «Баспана Хит», утв. решением Акционера АО «Ипотечная организация «Баспана», № 9 от 04.09. 2018 года;
- [8] АО ИО «Казахстанская ипотечная Компания», <https://kmc.kz/ru/program/nurly-zher-lease>, [arenda.kmc.kz](http://arenda.kmc.kz);
- [9] АО ИО «Казахстанская ипотечная Компания», <https://kmc.kz/ru/program/orda>;
- [10] Постановление Правительства РК «Об утверждении Государственной программы жилищно-коммунального развития «Нұрлы жер» на 2020-2025 годы» №1054 от 31.12.2019 года;
- [11] Электронное правительство Республики Казахстан, <https://egov.kz/cms/ru>;
- [12] Портал о недвижимости kn.kz, <https://www.kn.kz/article/8513/>, 3 февраля 2020, 06:35;
- [13] Мультимедийный информационно-аналитический портал [informburo.kz](https://informburo.kz/cards/kto-i-kak-mozhet-poluchit-lgotnyy-kredit-na-pokupku-zhilya-pod-2-godovyh.html), 11:10, 20 Июня 2019;
- [14] Новостной портал Агентства «Хабар», [https://24.kz/ru/tv-projects/kvadratnyj-metr /item/321192-kak-v-kazakhstane-reshat-zhilishchnyj-vopros-uchitelej-i-vrachej-kvadratnyj-metr](https://24.kz/ru/tv-projects/kvadratnyj-metr/item/321192-kak-v-kazakhstane-reshat-zhilishchnyj-vopros-uchitelej-i-vrachej-kvadratnyj-metr), 11.06.2019 год;
- [15] Закон Республики Казахстан от 16 апреля 1997 года №94-І «О жилищных отношениях»;
- [16] Новостной портал Агентства «Хабар», <https://24.kz/ru/news/social/item/313280-zhilstrojsberbank-vydal-pervyy-kredit-po-obnovlennoj-zhilishchnoj-programme-dlya-voennosluzhashchikh>, 17:42, 6 Мая 2019;
- [17] Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 января 2019г. № 27 «Об утверждении Дорожной карты по проведению Года молодежи»;

[18] Информационно аналитическая система Министерства национальной экономики РК, <https://taldua.stat.gov.kz>;

[19] Информационный портал [inbusiness.kz](https://inbusiness.kz/ru/news/kak-uroven-razvodov-vliyaet-na-ekonomiku-strany), <https://inbusiness.kz/ru/news/kak-uroven-razvodov-vliyaet-na-ekonomiku-strany>, 12:07, 19 Ноября 2019;

[20] Мультимедийный информационно-аналитический портал [informburo.kz](https://informburo.kz/stati/vchym-prichina-razvodov-v-kazahstane-statistika-imneniya-ekspertov-.html), <https://informburo.kz/stati/vchym-prichina-razvodov-v-kazahstane-statistika-imneniya-ekspertov-.html>.

[21] Комитет по статистике Министерства Национальной экономики Республики Казахстан, <https://stat.gov.kz/official/industry/162/statistic/6>.

Баймуратов О.А., Баядилова Г.Д., Омарова У.Ш.

**Қазақстандағы жас отбасыларына арналған тұрғын үй бағдарламаларын талдау**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста Қазақстан Республикасы азаматтарына арналған тұрғын үй бағдарламаларын талдау нәтижелері көрсетілген. Тұрғын үй мәселесі бойынша шешім қабылдау мақсатында мемлекеттік талаптарға сәйкес құрылған шарттар мен негізгі параметрлер талданады.

Талдау негізінде мемлекеттік бағдарламалардың негізгі критерилері мен шарттары көрсетілген кесте жасалды. Бұл кесте Қазақстан Республикасында баспана алуудың мүмкіндіктері мен негізгі қадамдарын анықтауға бағытталған.

Бұл талдау нәтижелері математикалық модель құруға қойылатын талаптардың өлшемін анықтайды. Сонымен қатар мемлекеттік бағдарлама негізінде тұрғын үй алу барысында бағдарламалардың негізгі шарттарын орындауға жұмысалатын уақыт пен етуге міндетті қадамдардың негізгі критерилерін анықтайды.

**Түйінді сөздер:** тұрғын үй; мемлекеттік бағдарламалар; тұрғын үймен қамтамасыз ету; жас отбасы.

УДК 378.146

**R.M. Rakhimbaev<sup>1</sup>, N.T. Duzbayev<sup>1</sup>, G.U. Mamatova<sup>2</sup>,  
N. M. Bekaulov<sup>1</sup>, L.Z. Zakirova<sup>3</sup>**

(<sup>1</sup>International IT University, <sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University,

<sup>3</sup>Academy of Civil aviation, Almaty, Kazakhstan. rakhimbayev.ramazan@gmail.com)

**A REVIEW OF MACHINE LEARNING METHODS WITH A TEACHER AND THEIR APPLICATION FOR ENVIRONMENTAL DATA ANALYSIS**

**Annotation.** The article is devoted to the study of Big Data and its features, the relevance of its application and significance for our daily lives. Particular attention is paid to methods of processing environmental data, in particular, machine learning is considered the most effective for analysis. It also describes the study of the actual state of air pollution in an industrial city and the analysis of existing monitoring methods and tools. To present the results of the study as an estimate of the atmosphere of an industrial city, geographic information systems are described in detail. The main scope of environmental data analysis is environmental services that monitor environmental quality.

**Keywords:** big data, machine learning, information analysis, processing methods, atmosphere, GIS.

**Р.М. Рахимбаев<sup>1</sup>, Н.Т. Дұзбаев<sup>1</sup>, Г.У. Маматова<sup>2</sup>, Н.М. Бекаулов<sup>1</sup>, Л.З. Закирова<sup>3</sup>**

(<sup>1</sup>Международный университет информационных технологий,

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби,

<sup>3</sup>Академия гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан)

**ОБЗОР МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С УЧИТЕЛЕМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ  
ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

**Аннотация.** Статья посвящена изучению Больших данных и их особенностей, актуальности применения и значения для нашей повседневной жизни. Особое внимание уделяется способам обработки экологических данных, в частности, как наиболее эффективным для анализа рассматривается машинное обучение. Также описывается изучение фактического состояния загрязнения атмосферы промышленного города и анализ существующих методов и средств мониторинга. Для представления результатов исследования в качестве оценки атмосферы промышленного города подробно описывается про геоинформационные системы. Основная сфера применения анализа экологических данных – природоохранные службы, которые занимаются мониторингом качества окружающей среды.

**Ключевые слова:** большие данные, машинное обучение, анализ информации, методы обработки, атмосфера, ГИС.

## Введение

В настоящее время глобальной экологической проблемой является загрязнение окружающей среды и климата. На территориях мегаполиса, в которых расположено большое количество промышленных объектов оказывают огромное влияние на окружающую среду областного центра. За последние 10 - 20 тысячелетий люди уже охватили весь земной шар, но все чаще любая человеческая деятельность становится основным источником загрязнения окружающей среды.

Из-за загрязнения окружающей среды снижается плодородие почв, деградация земель и опустынивание, уничтожение растений и животных, ухудшение качества атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод. Вместе это все приводит к исчезновению целых экосистем и видов с лица Земли, ухудшению здоровья населения и сокращению продолжительности жизни людей.

Около 85% всех заболеваний современного человека связано с неблагоприятными условиями экологии, возникающими по его собственной вине. Мало того, что здоровье людей катастрофически падает, также появились ранее неизвестные заболевания, у которых причины их возникновения очень трудно установить. Многие болезни начали заживать труднее, чем раньше.

При мониторинге качества атмосферного воздуха в городе учитывают не только концентрацию веществ, вредных для здоровья человека, но и временной интервал их воздействия.

Интерес к географическим информационным системам (ГИС), геоинформационным технологиям и геоинформационным наукам в последние годы необычайно возрос, основываясь на эффективных решениях, полученных на их основе во многих областях человеческой деятельности. С их помощью человечество решает проблемы с локальными, региональными и глобальными задачами устойчивого развития территорий, использования природных ресурсов, охраны окружающей среды, обеспечения общественной безопасности. Современные геоинформационные системы расширяют методы исследования нашего мира, предоставляя цифровые инструменты для организации и обработки пространственных данных, моделирования процессов, происходящих в космосе, визуализации этих данных, моделей и процессов с помощью современных компьютерных инструментов, специализированных инструментов для обработки и анализа геоданных. Исследователи из различных академических дисциплин используют пространственное мышление и инструменты ГИС для разработки явных пространственных моделей на разных уровнях масштаба. Они используют геоинформационные системы как средство понимания мира, описания и объяснения связи человечества с реальным миром [1].

Географические информационные системы (ГИС) дают возможность улучшить предсказуемые методы оценки. Он выступает в качестве графического посредника пространственных знаний и предоставляет эффективный инструмент для пространственного и временного анализа воздействия на окружающую среду. ГИС обладает потенциалом для повышения объективности и точности оценки, для улучшения понимания вопросов окружающей среды и планирования, а также распространения информации. Следовательно, это может помочь повысить эффективность практики стратегической экологической оценки.

## Большие данные и методы использования

У понятия «большие данные» нет однозначного определения, можно встретить множество трактовок и версий. Их объединяет одно — под большими данными подразумевается совокупность специальных технологий. Их используют для обработки значительно большего объема данных (от петабайта: 1015 байт), чем это было до появления «больших данных». Данные определяют как множество объектов и множество соответствующих им ответов (откликов). Кроме того, большие данные должны работать с этими поступающими в большом количестве данными быстро, а также обрабатывать как структурированные, так и плохо структурированные данные [2].

Большие данные непрерывно накапливаются практически в любой сфере человеческой жизни. Это и социальные медиа, и медицина, и банковская сфера, и реклама, а также системы устройств, получающие многочисленные результаты ежедневных вычислений. Например, астрономические наблюдения и метеорологические сведения. Информация с разнообразных систем слежения в режиме реального времени поступает на сервера компаний, использующих большие данные. Технологии больших данных неотрывны от научно-исследовательской деятельности и коммерции. Более того, они начинают захватывать и сферу государственного управления – везде требуется внедрение все более эффективных систем хранения и детерминирование информации.

Существует большое количество техник и методов для анализа и обработки такой информации. Среди основных можно выделить следующие:

## • Технические науки

---

Методы класса или глубинный анализ (Data Mining).

Данные методы основаны на использовании особого математического инструментария в совокупности с достижениями из сферы информационных технологий.

Краудсорсинг.

Данная методика позволяет получать данные одновременно из практически неограниченного числа источников.

А/В-тестирование.

Из всего объема данных выбирается итоговая совокупность элементов, которую поочередно сопоставляют с другими похожими совокупностями, где был изменен один из элементов, что помогает определить, изменения какого из параметров оказывают наибольшее влияние на совокупность.

Прогнозная аналитика.

Данный метод направлен на предугадывание и планирование того, как будет вести себя подконтрольный объект, чтобы принять наиболее выгодное в этой ситуации решение.

Машинное обучение (искусственный интеллект).

Метод основан на эмпирическом анализе информации и последующем построении алгоритмов самообучения систем.

Сетевой анализ.

После получения статистических данных анализируются созданные в сетке узлы, то есть взаимодействия между отдельными пользователями и их сообществами.

Как уже было отмечено выше, машинное обучение является одним из методов обработки больших данных. Машинное обучение – это математическая дисциплина, в рамках которой решается задача поиска законом [3].

### **Методы прогнозирования уровня экологии на основе нейронных сетей и статических методов**

С появлением информации, которую можно анализировать, и возможности производить расчеты стала активно исследоваться возможность применения методов, разработанных еще десятилетия назад. Например, придуманные более полувека назад нейросети сейчас получили развитие в сверточных и рекуррентных нейросетях — специфических структурах, заточенных на анализ изображений и текста. Пока не появились задачи, никто не знал, что нам будут нужны именно сверточные нейросети, а сейчас это один из самых популярных инструментов в классификации изображений.

Сегодня мы слышим про приложения на основе нейронных сетей чуть ли каждый день: автомобили без водителей, роботы, которые умеют разговаривать и торговаться, алгоритмы, которые обыгрывают человека практически во все мыслимые игры.

Сложно назвать область, где анализ данных не мог бы существенно улучшить производительность. От определения лиц для вычисления преступников до автоматической классификации опухолей без медицинского вмешательства. Ключевым в анализе данных является определение свойств, по которым производится анализ, т.е. на основе каких данных делается вывод о некотором свойстве объекта или принадлежности его к какому-то классу. Эти свойства определяет специалист области, в которой выполняется аналитика. Поэтому для успешного внедрения алгоритмов машинного обучения — совместная работа специалиста области и математика в области алгоритмов.

В результате работы уже начинают теснить человека в таких профессиях, как рабочий, юрист и бухгалтер, водитель и журналист.

Практически в любой деятельности, чем дальше, тем больше, человека можно будет заменить искусственным интеллектом: от написания музыки и работы на пропускной системе до предсказания погоды и работы грузчиком на складе. Последние пять лет происходит взрывной рост технологий анализа данных. Появляются новые алгоритмы, основанные как на нейросетях, так и на решающих деревьях. С развитием проектов Hadoop и Spark мы получаем алгоритмы, которые обучаются на больших данных гораздо быстрее. А при наличии больших объемов данных оказывается возможным использовать „обучение без учителя“ или „с частичным привлечением учителя“, т. е искать закономерность в самих данных, не зная правильного ответа заранее. Это позволяет выходить на новый уровень анализа, который не требует предварительной долгой разметки данных, во что упираются многие задачи», — рассказал эксперт [4].

Synapse - это связь между двумя нейронами. У синапсов есть один параметр - вес. Благодаря ему входная информация изменяется при переносе с одного нейрона на другой.

Random forest (с англ. — «случайный лес») — алгоритм машинного обучения, предложенный Лео Брейманом и Адель Катлер, заключающийся в использовании комитета (ансамбля) решающих деревьев. Алгоритм сочетает в себе две основные идеи: метод бэггинга Бреймана, и метод случайных подпространств, предложенный Tin Kam Ho. Алгоритм применяется для задач классификации, регрессии и кластеризации. Основная идея заключается в использовании большого ансамбля решающих деревьев, каждое из которых само по себе дает очень невысокое качество классификации, но за счет их большого количества результат получается хорошим [5].

Еще одно отличное качество алгоритма случайного леса состоит в том, что очень просто измерить относительную важность каждого признака в прогнозе. Sklearn предоставляет отличный инструмент для этого, который измеряет признаки функций, наблюдая за тем, насколько узлы дерева, использующие эту функцию, уменьшают загрязнение всех деревьев в лесу. Он вычисляет этот балл автоматически для каждой функции после обучения и масштабирует результаты так, чтобы сумма всей важности была равна 1.

### Применение геоинформационных систем для экологического мониторинга

Геоинформационные системы (ГИС) - это автоматизированные информационные системы, предназначенные для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых является географическая информация. Экологические проблемы часто требуют незамедлительных и адекватных действий, эффективность которых напрямую связана с оперативностью обработки и представления информации. При комплексном подходе, характерном для экологии, обычно приходится опираться на обобщающие характеристики окружающей среды, вследствие чего, объемы даже минимально достаточной исходной информации, несомненно, должны быть большими. В противном случае обоснованность действий и решений вряд ли может быть достигнута. Однако простого накопления данных тоже, к сожалению, недостаточно. Эти данные должны быть легко доступны, систематизированы в соответствии с потребностями. Хорошо, если есть возможность связать разнородные данные друг с другом, сравнить, проанализировать, просто просмотреть их в удобном и наглядном виде, например, создав на их основе необходимую таблицу, схему, чертеж, карту, диаграмму. Группировка данных в нужном виде, их надлежащее изображение, сопоставление и анализ целиком зависят от квалификации и эрудированности исследователя, выбранного им подхода интерпретации накопленной информации. На этапе обработки и анализа собранных данных существенное, но отнюдь не первое, место занимает техническая оснащенность исследователя, включающая подходящие для решения поставленной задачи аппаратные средства и программное обеспечение. В качестве последнего во всем мире все чаще применяется современная мощная технология географических информационных систем. ГИС имеет определенные характеристики, которые с полным правом позволяют считать эту технологию основной для целей обработки и управления информацией. Средства ГИС намного превосходят возможности обычных картографических систем, хотя естественно, включают все основные функции получения высококачественных карт и планов. В самой концепции ГИС заложены всесторонние возможности сбора, интеграции и анализа любых распределенных в пространстве или привязанных к конкретному месту данных. Если необходимо визуализировать имеющуюся информацию в виде карты, графика или диаграммы, создать, дополнить или видоизменить базу данных, интегрировать ее с другими базами – единственным верным путем будет обращение к ГИС. В традиционном представлении возможные пределы интеграции разнородных данных искусственно ограничиваются. Близким к идеалу считают, например, возможность создания карты урожайности полей путем объединения данных о почвах, климате и растительности. ГИС позволяет пойти значительно дальше. К выше приведенному набору данных можно добавить демографическую информацию, сведения о земельной собственности, благосостоянии и доходах населения, объемах капитальных вложений и инвестиций, зонировании территории, состоянии хлебного рынка и т.д. В результате появляется возможность напрямую определить эффективность запланированных или проводящихся мероприятий по сохранению природы, их влияние на жизнь людей и экономику сельского хозяйства. Можно пойти еще дальше и, добавив данные о распространении заболеваний и эпидемий, установить, есть ли взаимосвязь между темпами деградации природы и здоровьем людей, определить возможность возникновения и распространения новых заболеваний. В конечном счете, удается достаточно точно оценить все социально-экономические аспекты любого процесса, например, сокращения площади лесных угодий или деградации почв. По мере расширения и углубления природоохранных мероприятий одной из основных сфер применения ГИС становится слежение за последствиями предпринимаемых действий

на локальном и региональном уровнях. Источниками обновляемой информации могут быть результаты наземных съемок или дистанционных наблюдений с воздушного транспорта и из космоса. Использование ГИС эффективно и для мониторинга условий жизнедеятельности местных и привнесенных видов, выявления причинно-следственных цепочек и взаимосвязей, оценки благоприятных и неблагоприятных последствий предпринимаемых природоохранных мероприятий на экосистему в целом и отдельные ее компоненты, принятия оперативных решений по их корректировке в зависимости от меняющихся внешних условий [6].

### Заключение

Важной составной частью оценки воздействия строительного объекта на окружающую среду является определение вызываемой им экологической нагрузки. ГИС является одной из важных технологий, которая помогает нам отслеживать, анализировать и принимать решения о качестве загрязнения воздуха в городских районах. Геоинформационная система (ГИС, также географическая информационная система) — информационная система, предназначенная для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. ГИС включают в себя возможности систем управления базами данных (СУБД), редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств и применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях [7]. Интеграция экологических аспектов с общей системой административного управления может внести свой вклад в эффективное внедрение системы управления окружающей средой, а также в результативность и четкое распределение обязанностей.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Anderegg, W. R. L., Berry, J. A., & Field, C. B, "Linking definitions, mechanisms, and modeling of droughtinduced," Trends in Plant Science, p. 693–700, 2012.
- [2] Bayat, B., Nasseri, M., & Zahraie, B, "Identification of long-term," Natural Hazards, pp. 515-541, 2014.
- [3] Gim'enez-Palomares, F., & Cuador-Gil, J. Q, "A virtual laboratory," Modelling in Science Education and Learning, p. 73–82, 2014.
- [4] Matveyev, S., Kougia V., & Tsvetkov V., "Geoinformation Systems and Technologies" UMP MPS of Russia, p. 288, 2002.
- [5] M. Petkovic., "The Role of GIS in Telecommunication Network Maintenance," Vienna, p. 19, 1997.
- [6] Berlyand M., "Modern problems of atmospheric diffusion and air pollution", Gidrometeoizdat., p. 448, 1975.
- [7] Zhurkin I., Kuzhelev P., "Proceedings at the international industrial forum GEOFORM Optimization in the organization of freight traffic based on GIS technologies", 2005.

Рахимбаев Р.М., Дузбаев Н.Т., Маматова Г.У., Бекаулов Н.М., Зәкірова Л.З.

**Машинамен оқыту әдістерін оқытушымен бірге қару және олардың қоршаган ортаны қорғауға арналған мәліметтерді талдауы**

**Түйіндеме.** Мақала үлкен деректердің ерекшеліктерін және оны қолданудың өзектілігі мен күнделікті өміріміздегі маңыздылығын зерттеуге арналған. Экологиялық мәліметтерді өңдеу әдістеріне ерекше көніл бөлінеді, атап айтқанда, машиналық оқыту талдау үшін ең тиімді болып саналады. Сонымен қатар өнеркәсіптік қаладағы ауаның ластануының нақты жағдайын зерттеу және қолданыстағы бақылау әдістері мен құралдарын талдау сипатталған. Зерттеу нәтижелерін индустріалды қаланың атмосферасын бағалау үшін географиялық ақпараттық жүйелер толық сипатталған. Экологиялық деректерді талдаудың негізгі саласы қоршаган ортаның сапасын бақылайтын экологиялық қызметтер болып табылады.

**Түйінді сөздер:** үлкен деректер, машиналық оқыту, ақпаратты талдау, өңдеу әдістері, атмосфера, ГАЗ

УДК 378.146

**Zh.M.Bekaulova<sup>1</sup>, N.T. Duzbayev<sup>1</sup>, G.U.Mamatova<sup>2</sup>, A.K.Sugirbekova<sup>3</sup>, N.M.Bekau洛v<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>International IT University, <sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University,

<sup>3</sup>Academy of Civil aviation, Almaty, Kazakhstan

zh.muhamedievna@gmail.com)

## **DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF INDIVIDUALIZATION OF THE TRAJECTORY OF STUDENTS USING A NEW MODEL OF THE EDUCATIONAL PROCESS**

**Annotation.** The development and emergence of new technologies and solutions in one area can contribute to the emergence of a chain reaction in another. For example, the increase in memory in the computer at one time led to the creation of the ability to store new data formats, such as digital images, audio and video recordings. The development of the Internet has made it possible to instantly disseminate information worldwide. Over the past few decades, with the advent of new IT technology opportunities, the direction of virtual learning has been developing. Thanks to this training, you can determine the issue of individualization of students. At the present stage of development of Kazakhstan, the main goal of vocational education is to prepare a qualified employee of the appropriate level and profile, competitive in the labor market, competent, responsible, fluent in his profession and oriented in related fields of activity, capable of efficient work in his specialty at the level of world standards, ready for continuous professional growth, social and professional mobility.

**Keywords:** digital images, the Internet, virtual learning, individualization of students, IT technology.

**Ж.М.Бекаурова<sup>1</sup>, Н.Т.Дұзбайев<sup>1</sup>, Г.У.Маматова<sup>2</sup>, А.К.Сугирбекова<sup>3</sup>, Н.М.Бекаулов<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>Международный университет информационных технологий,

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,

<sup>3</sup>Академия гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан

zh.muhamedievna@gmail.com)

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОЙ МОДЕЛИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

**Аннотация.** Развитие и появление новых технологий и решений в одной сфере может способствовать возникновению цепной реакции в другой. Например, увеличение объема памяти в компьютере в свое время привело к созданию возможности хранения новых форматов данных, таких как цифровые изображения, аудио и видеозаписи. Развитие Интернета привело к возможности моментального распространения информации по всему миру. Последние несколько десятилетий с появлением новых возможностей ИТ технологий развивается направление виртуального обучения. Благодаря этого обучения можно определить вопрос индивидуализации обучающихся. На современном этапе развития Казахстана основная цель профессионального образования заключается в подготовке квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

**Ключевые слова:** цифровые изображения, интернет, виртуальное обучение, индивидуализация обучающихся, ИТ технологий.

### **Введение**

Индивидуализация обучения – это с одной стороны организация учебного процесса, при котором выбор способов, приемов, темпа обучения обуславливается индивидуальными особенностями учащихся. С другой – различные учебно-методические, психолого-педагогические и организационно-управленческие мероприятия, обеспечивающие индивидуальный подход. Индивидуализированное, функциональное и эффективное образование, успешная подготовка к ЕГЭ одаренных детей, в том числе для одаренных детей, попавших в трудную жизненную ситуацию, одаренных детей, проживающих в труднодоступных и отдаленных местностях, осуществима с помощью индивидуальных образовательных маршрутов обучения. Маршрутная система обучения позволяет реализовать личностно ориентированный подход в образовании одаренных личностей, который максимально учитывает интеллектуальные способности детей, определяет личную траекторию развития и образования. Внедрение маршрутной системы образования позволяет создать такие психолого-педагогические условия, которые обеспечивают активное стимулирование у одаренной

личности самоценной образовательной деятельности на основе самообразования, саморазвития, самовыражения в ходе овладения знаниями. Индивидуальный образовательный маршрут определяется образовательными потребностями, индивидуальными способностями и возможностями учащегося (уровень готовности к освоению программы), а также существующими стандартами содержания образования. Наряду с понятием «индивидуальный образовательный маршрут» существует понятие «индивидуальная образовательная траектория», обладающее более широким значением и предполагающее несколько направлений реализации: содержательный (вариативные учебные планы и образовательные программы, определяющие индивидуальный образовательный маршрут); деятельностный (специальные педагогические технологии); процессуальный (организационный аспект). Таким образом, индивидуальная образовательная траектория предусматривает наличие индивидуального образовательного маршрута (содержательный компонент), а также разработанный способ его реализации (технологии организации образовательного процесса). Сегодня такие новые явления в образовании, как «индивидуальная образовательная программа», «индивидуальный образовательный маршрут», «индивидуальная образовательная траектория», требуют четкого определения [1].

Динамизм современной социальной и экономической жизни, возрастающие требования к будущим специалистам обуславливают изменение приоритетов в организации образовательного процесса, его направленность на личностно-профессиональный рост выпускника, на обеспечение условий для раскрытия его потенциала и непрерывное формирование профессиональной компетентности. Одним из таких условий выступает индивидуализация образования, проявляющаяся, в частности, в построении индивидуальных образовательных траекторий. Их разработка требует новых подходов к принципам организации образовательного процесса, к структуризации содержания и диагностике результатов обучения.

### **Современное состояние системы образования**

Нынешняя система высшего образования в Казахстане сформировала на сегодняшний день неравные условия для различных социальных слоев, университетов, преподавателей, снизила образовательный уровень населения. Для того, чтобы решить все накопившиеся в этом секторе проблемы и поднять высшее образование на новый международный уровень, необходимы постоянные и стабильные инвестиции в сферу образования и науки, которые помогут максимально увеличить возможности по подготовке конкурентоспособных отечественных кадров, повысить заработную плату преподавателей, повышать компьютерную грамотность, активнее осваивать современные методики и технологии, регулярно повышать квалификацию преподавательского состава путем научных стажировок и семинаров, обеспечить возможность для работающей молодежи получать специальное образование без отрыва от работы.

Преемственность знаний, формирование национальной модели многоуровневого непрерывного образования, интегрированной в мировое образовательное пространство и удовлетворяющей потребности личности и общества, являются необходимым условием развития любой цивилизации. Большие планы и соответственно большие перемены требуют постоянного обсуждения того, чему и как учить в динамично меняющемся мире, как дать молодым те же возможности, что получают их европейские сверстники, как дать образованию новый импульс, и как сделать образование – независимо от изменений в жизни – надежным и конкурентоспособным.

Современное общество находится в состоянии глобальных перемен. «Электронное Правительство», «e-learning», «e-университет» – это далеко не исчерпывающий перечень понятий и явлений, которые еще 30 лет назад не существовали в реальности, но в настоящее время стали объективной реальностью, изменяющей как общественные, так и экономические, и политические механизмы общества. Система образования должна соответствовать изменениям постиндустриального общества. При этом, как показывает опыт, образовательные услуги в развитых странах превращаются

в высокодоходную отрасль, что означает наличие высокого спроса на данный «товар». Например, по данным некоторых исследователей, экспорт образовательных услуг в американской экономике приносит в среднем 13 млрд. долл. в год (5 место среди экспортных отраслей народного хозяйства США). Многие страны заявляют, что их ВВП базируется на экономике знаний на 70-80%. При этом в мире в 2008 году было создано 1,5 экзабайт информации, что превышает объем 5000 предыдущих лет, а мировой объем знаний с 2010 года удваивается каждые 72 часа [2].

В настоящее время в системе высшего образования РК есть четыре основные формы обучения: очная, вечерняя, заочная и дистанционная. Дистанционное образование реализуется с помощью трех технологий (или вариантов их сочетания). В первом случае речь идет о создании неких кейсов, которые

виртуально или реально должны быть переданы студентам для изучения и проработки. Это могут быть диски с аудиозаписями или раздаточные материалы на электронных (реже бумажных) носителях, которые дают возможность слушателям вникнуть в основную суть изучаемого вопроса, чтобы впоследствии продолжить работу с помощью виртуальных библиотек. Промежуточные аттестации в этом случае проходят в форме сдачи рефератов (в электронном или бумажном виде) и онлайн-экзаменов с применением специальных программ типа ICQ. Подобные технологии позволяют достигать больших результатов при обучении по сугубо гуманитарным специальностям (культурология, история, философия и т.д.), которые менее всего сочетаются с тестовыми методами контроля и подразумевают сдачу промежуточных аттестаций в форме вопросов и ответов (в режиме онлайн).

Второй вариант реализации дистанционного обучения заключается в использовании телекоммуникационных технологий - каналов спутникового или цифрового телевидения, которые позволяют студентам не только слушать, но и смотреть лекции преподавателей и специалистов, а также изучать разнообразные видеоматериалы, предусмотренные программой. В этой образовательной нише есть свои вузы-лидеры, транслирующие образовательные программы на собственных частотах. Такой подход чаще всего сопровождается разнообразными видами онлайн-аттестаций и оказывается продуктивен при изучении дисциплин, предполагающих получение студентами и зрительной, и аудиоинформации.

И последняя, на сегодняшний день самая перспективная технология, представляет собой использование возможностей Интернета. Для реализации обучения с применением интернет-технологии вуз организует специальный портал, через который студенты в любое удобное для них время не только получают доступ к учебно-методическим материалам, но и проходят все виды промежуточной аттестации. Кроме того, некоторые учебные заведения практикуют участие своих обучаемых и преподавателей в Web-конференциях, использование форумов и чатов (где студенты могут обсуждать различные интересующие их вопросы), а также тренинги на виртуальных эмуляторах в ходе практических или лабораторных работ.

### **Применение Smart-технологий в процессе диагностирования знаний учащихся**

Одна из ключевых проблем любого обучения — проблема удержания внимания учащихся. Smart - технологии, благодаря смене ярких впечатлений от увиденного, позволяет удерживать внимание в течение всего урока. При этом внимание носит не созерцательный характер, а мобилизующий. Применение Smart – технологий расширяет возможность самостоятельной работы учащихся, формирует навык исследовательской деятельности, обеспечивает доступ к различным справочным системам, электронным библиотекам, другим информационным ресурсам, а значит, способствует повышению качества образования. Особенностью учебного процесса с применением Smart – технологий является то, что центром деятельности становится ученик, который, исходя из своих индивидуальных способностей и интересов, выстраивает процесс познания. Учитель часто выступает в роли помощника, консультанта, поощряющего оригинальные находки, стимулирующего активность, инициативу, самостоятельность. Для повышения интереса учащихся можно использовать медиатеку, электронные учебные пособия по предметам, электронные энциклопедии. Электронный учебник обладает рядом, несомненно, положительных свойств, выгодно отличающих его от традиционных учебников — текст учебника сопровождается большим количеством слайдов и видеофрагментов, усиливающих эмоционально-личностное восприятие учащимися изучаемого материала; использование такого учебника позволяет сделать на уроке намного больше, чем с помощью традиционных средств, повысить интерес к предмету. Широчайшие возможности предоставляет и для учителей и для учеников интерактивная доска. Она позволяет воспроизводить информацию в формате, видимом всеми учащимися. Работая на доске электронным маркером как мышью, преподаватель может быстро и наглядно показать тот или иной прием работы. Когда учитель в центре внимания, все видят его действия, и сам он обращен к классу - объяснение воспринимается гораздо лучше, чем, когда он сидит за своим компьютером, а ученики пытаются уследить за мельканием курсора мыши на экране. Работая с интерактивной доской, учитель всегда находится в центре внимания, обращен к ученикам лицом и поддерживает постоянный контакт с классом. [3]

Включение в процесс обучения ещё и аудио, и видео средств, позволяет реализовать не только принцип наглядности, но и значительно повышает интерес к учёбе. Видео, как средство информации, играет немалую роль в развитии и обучении детей. Наиболее часто его можно использовать на уроках познания мира, изобразительного искусства. Смена ярких кадров, изображающих картины природы, исторические события или исторические места, залы музеев, картинные галереи, даёт простор детской фантазии, мечте, вызывает желание поделиться увиденным, высказать своё мнение. И вместе всё это

ненавязчиво обогащает ребёнка новыми знаниями, вызывает желание узнать больше, искать новые источники познания [4, с. 125-126].

Применение Smart – технологий делает урок более динамичным, повышает мотивацию обучающихся к учению, а также позволяет учителю повысить качество обучения в соответствии с запросами общества. Проведение уроков с использованием интерактивных технологий предполагает наличие интерактивной доски, проектора, компьютера, программного обеспечения.

Применение Smart – технологий раскрывает неограниченные возможности для повышения качества знаний обучающихся, обеспечивая интеллектуальное развитие каждого ребенка; обеспечивается эффективная организация познавательной деятельности учащихся. Урок со Smart – технологиями не только оживил учебный процесс (что особенно важно, если учитывать психологические особенности младшего школьника, в частности длительное преобладание наглядно образного мышления над абстрактно-логическим), но и повысил мотивацию в обучении. Использование компьютерных технологий в процессе обучения влияет на рост профессиональной компетентности учителя. Это способствует значительному повышению качества образования, что ведет к решению главной задачи образовательной политики.

### Заключение

Повышение эффективности современного образования с использованием Smart – технологий является главной задачей педагога. Для применения новейших форм обучения педагог должен сам стать обучающимся. Наличие широкого спектра знаний в области информационных технологий является главным условием эффективного внедрения электронного обучения и планомерного перехода на Smart – обучение. Внедрение Smart – технологий позволит педагогам быть хорошо осведомленными не только в своей профессиональной области, но и поможет развивать у учащихся потенциал: творчество, способность совместной работы и коммуникации, развивать критическое мышление при колаборативном решении проблем, использовать инновационные методы обучения. Таким образом, новые требования вызывают необходимость построения новой модели учебного процесса, создания качественно новой системы управления образованием, формирования новой модели личности, существующей в условиях открытого информационного общества. Эти и многие другие вопросы необходимо совместно решать учеными и педагогами, занимающимися проблемой эффективного использования информационных технологий в учебный процесс.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Teslina A.P. Ispol'zovanie sovremennoy informacionnyy tehnologij v organizacii systemy adaptivnogo obuchenija [in Russian: The use of modern information technologies in the organization of adaptive learning]. Interdisciplinary research. - Collection of articles on mathematics II international student scientific-practical conference. № 3. URL: sibac.info/sites/default/files/conf/file/stud\_3\_2.pdf (date of treatment: 04.03.2019).
- [2] Ivanov A. V. Adaptivnye sistemy obuchenija [in Russian: Adaptive learning systems]. Theses of the international conference "Information technologies in education" "ITO-Moscow-2010», M. – 2010. [Electronic resource] – access Mode. – URL: (date of treatment: 04.03.2019).
- [3] Хасенова К.Р. Инновационные системы образования. 2018.
- [4] Международный журнал экспериментального образования №7, С. 125-126.

Бекаурова Ж. М., Дузбаев Н.Т., Маматова Г. У., Сүгірбекова А.К., Бекаулов Н. М.

**Оку процесінің жаңа моделін қолдана отырып студенттердің траекториясын дараландыру жүйесін дамыту**

**Түйіндеме.** Бір салада жаңа технологиялар мен шешімдердің дамуы мен пайда болуы, басқа аймақта тізбекті реакцияның пайда болуына ықпал етуі мүмкін. Мысалы, бір уақытта компьютердердегі жадтың ұлғаюы - цифрлық кескіндер, аудио және бейне жазбалар сияқты жаңа дерек пішімдерін сақтау мүмкіндігінің пайда болуына алып келді. Интернеттің дамуы бүкіл әлем бойынша ақпаратты жедел таратуға мүмкіндік берді. Соңғы бірнеше онжылдықта жаңа IT-технологиялардың пайда болуымен виртуалды оқыту бағыты дамып келеді. Осы оқыту процесі арқасында студенттерді дараландыру мәселеісін анықтауға болады. Қазақстанның қазіргі даму кезеңінде кәсіптік білім берудің басты мақсаты - еңбек нарығында үздіксіз кәсіби өсуге, әлеуметтік және кәсіби үткірлікта дайын, бәсекеге қабілетті, білікті, жауапкершілікті, өз мамандығын еркін менгерген және қызыметтің тиісті салаларына бағдарланған, өз мамандығы бойынша әлемдік стандарттар деңгейінде тиімді жұмыс істеуге қабілетті, тиісті деңгейдегі және бейінді білікті маман даярлау.

**Түйінді сөздер:** цифрлық кескіндер, интернет, виртуалды оқыту, IT-технологиялар.

УДК 667.629

**A. Tselykh, Y. Amandykov, V. Tyukanko, V. Savinkin, A. Duryagina**  
(M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.  
E-mail: 6.freeze.9@gmail.com)

## MATHEMATICAL MODELING OF THE PIGMENT DISPERSION PROCESS IN THE PRESENCE OF SURFACTANTS.

**Abstract.** The article is devoted to the mathematical modeling of the pigment dispersion process in the presence of surfactants based on data obtained by computer-optical microscopy. Based on the modeling results, the optimal consumption of surfactants and solvent in the coatings of the coatings were determined, providing the required degree of disaggregation of the pigment particles.

**Keywords:** Surfactants, coatings, pigment dispersion, dispersion modeling, siloxanes

**А.А. Целых, Е.Е. Амандыков, В.Ю. Тюканько, В.В. Савинкин, А.Н. Дюрягина**  
(Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаяева,  
Петропавловск, Казахстан. E-mail: 6.freeze.9@gmail.com)

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ПИГМЕНТА В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ.

**Аннотация.** Статья посвящена математическому моделированию процесса диспергирования пигмента в присутствии поверхностно-активных веществ на основе данных, полученных методом компьютерно-оптической микроскопии. По результатам моделирования определены оптимальные расходы поверхностно-активных веществ и растворителя в суспензиях лакокрасочных материалов, обеспечивающие требуемую степень дезагрегации частиц пигмента.

**Ключевые слова:** Поверхностно-активные вещества, лакокрасочные материалы, диспергирование пигмента, моделирование диспергирования, силоксаны

### 1. Введение.

Силиконовые эмали издавна занимают существенную долю рынка лакокрасочных материалов (ЛКМ) [1]. Данные материалы представляют собой гибридные органо-неорганические композиты, в качестве связующего элемента в них применяются силиконовые смолы. Основные преимущества силиконовых лакокрасочных материалов – УФ- и термостойкость, высокая эластичность, растекаемость и гидрофобность – широко используются производителями ЛКМ. Занимая промежуточную позицию среди органических и минеральных соединений, такие структуры имеют большой потенциал при разработке новых ЛКМ с разнообразными сочетаниями физико-технических и эксплуатационных характеристик [2]. Кроме главного требования к пигментированным ЛКМ – возможности формировать покрытия с заданными защитными характеристиками, к ним предъявляются декоративные (цвет, блеск) и структурно-механические (твердость, прочность, износостойкость) требования. Управление качеством ЛКМ по этим требованиям осуществляется путем целенаправленного регулирования степени дисперсности твердофазных компонентов (пигментов, наполнителей), в частности за счет введения в состав ЛКМ поверхностно-активных веществ (ПАВ) [3]. Среди ПАВ в силиконовых ЛКМ традиционно используют соли жирных кислот, алкилсульфонаты, алкилсульфаты, акриловые латексы [4], полиакрилаты [5], полиэфиры [6], фторуглероды [7], полиамиды [8], полииимида [9], малеимид [10], меламин [11], эфиры фосфорной кислоты [12] и другие азотсодержащие органические соединения.

Процесс диффузии различных ПАВ на основе ПЭГ в силиконовых покрытиях для обеспечения устойчивости к биологическому обрастианию рассмотрен в статье [13]. Изучение визуализации распределения блочного сополимера на основе ПЭГ в покрытиях на основе ПДМС проведено в работе [14]. В работе [15] проведены исследования длительного вы свобождения ПЭГ-сополимера из силиконовых покрытий для оценки их долгосрочных характеристик. Исследование способности ПАВ сократить развитие биопленки на полисилоксановых покрытиях описано в статье [16]. В статье [17] представлен комплексный обзор последних разработок в области синтеза, свойств и применений силиконсодержащих сополимеров. Приготовление ЛКМ с использованием ПАВ для повышения устойчивости к воде описано в работе [18].

Целью данной работы являлось математическое моделирование влияния азотсодержащих ПАВ (аддитивов) на процессы диспергирования алюминиевой пудры в двухкомпонентных силиконовых ЛКМ.

## 2. Методы.

При проведении исследований использовали: силиконовую смолу - полифенилсиликсановый лак (далее ПФС), растворитель – толуол (ГОСТ 14710-78), пигмент - алюминиевую пудру (ПАП-2, ГОСТ 5494-71) и аддитивы, три разновидности аминопроизводных (таблица 1).

Для количественной оценки диспергирующего эффекта использовали методы компьютерно-оптической микроскопии и математического моделирования [19, 20]. Развитие процессов дезагрегации (или агрегации) контролировали по изменениям фракционного состава ( $P, \%$ ), среднестатистическому диаметру частиц пигмента ( $d, \text{ мкм}$ ) и удельному (соотнесенному к заданной площади  $0,38 \text{ мкм}^2$ ) их количеству ( $N, \text{ шт.}$ ). Вышеуказанные характеристики дисперсного состава суспензий определяли по результатам микроанализа трех параллельных проб.

Количественное содержание пигмента в композициях задавали постоянным - 3,5% (относительно массы всей смеси), а расходы аддитивов ( $C_{\text{пав}}$ ) и растворителя ( $C_p$ ) варьировали от 0 до  $2 \text{ г/дм}^3$  для ПАВ; и от 10 до 50% (относительно массы всей смеси) для растворителя. Приготовление суспензий ЛКМ осуществляли при температуре  $293^\circ\text{K}$  в герметичном реакторе (объемом  $0,2 \text{ дм}^3$ , коэффициент заполнения – 0,60), снабженном перемешивающим устройством (импеллерная мешалка, частота оборотов –  $300 \text{ мин}^{-1}$ ). Предварительно ПФС разбавляли толуолом, а в последующем в заданных количествах вводили аддитивы и алюминиевую пудру. Смесь тщательно перемешивали в течение 30 минут и затем с помощью пневмодозатора (объем капли  $0,02 \text{ мл}$ ) производили пробоотбор и компьютерно-оптическое сканирование.

Таблица 1. Характеристики аддитивов

Наименование аддитивов	Химическая формула	Средневзвешенная молекулярная масса, а.е.м	Аминное число, мг HCl/г	Краткое описание
AC-1	$R' \text{-NH}_2$ и $R' \text{-NH-} R''$ , где $R'$ - н-бутил $R''$ - 2-этил-2-гексенил.	250	30	смесь первичных и вторичных аминов
Телаз	$(-\text{CH}_2\text{-CH}(\text{NH}_2))_n$	2121	32	продукт конденсации растительных масел с диаминами
ПЭПА	$(-\text{C}_2\text{H}_4\text{-NH-C}_2\text{H}_4\text{-NH-})_n$	4950	31	Смесь высокомолекулярных аминов

## 3. Результаты.

Введение в композиции используемых поверхностно-активных веществ стимулирует процессы дезагрегации алюминиевой пудры. Из сопоставления показателей дезагрегации для разных азотсодержащих аддитивов следует, что в рассматриваемой лакокрасочной композиции, наиболее эффективным аддитивом-диспергатором является – ПЭПА.

Для оценки совместного влияния на  $N$  и  $d$  параметров оптимизации ( $C_{\text{пав}}$  и  $C_{\text{пфс}}$ ) использовано многофакторное уравнение нелинейной множественной корреляции, которое в неявной форме имеет вид (1):

$$d = \frac{f(X_1) \cdot f(X_2) \cdots f(X_n)}{g_{cp}} \quad (1)$$

где  $x_1, x_2 \dots x_n$  – факторы;  
 $n$  – количество факторов;  
 $g_{cp}$  – генеральное среднее.

Значения  $g_{cp}$  рассчитывали по формуле (2):

$$g_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^M Y_i}{M} \quad (2)$$

где  $Y_i$  - совокупность экспериментальных данных в матрице;  
 $M$  - число строк в матрице.

Выборку экспериментального массива по каждому уровню осуществляли для каждого фактора в рамках двумерной матрицы  $Y_x$  (3):

$$Y = \begin{matrix} y_{x11}, y_{x12}, \dots, y_{x1z} \\ y_{x21}, y_{x22}, \dots, y_{x2z} \\ \dots \\ y_{xm1}, y_{xm2}, \dots, y_{xmz} \end{matrix} \quad (3)$$

где  $m$  – число уровней;

$z$  – число функциональных выражений для каждого уровня.

После аппроксимации частных зависимостей, с использованием стандартных программ «Advanced Grapher» и «Microsoft Excel», получены однопараметрические уравнения, характеризующие влияние на  $N$  и  $d$ , каждого фактора в отдельности, для  $N=f(C_p)$  (4):

$$d = a \cdot C_p^n \quad ((4)$$

Коэффициенты, входящие в уравнение 4 для аддитивов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Значение коэффициентов  $a$  и  $n$  для композиций с различным содержанием растворителя

ПАВ	$a$	$n$
ПЭПА	11,184	0,2355
Телаз	11,604	0,2412
AC-1	12,403	0,2366

Для зависимостей  $d=f(C_{\text{пав}})$ ,  $N=f(C_{\text{пав}})$ ,  $N=f(C_p)$  и аналогично выведены однопараметрических выражения. После подстановки полученных аппроксимированных однопараметрических выражений в уравнение (1) получили обобщенные уравнения, учитывающие совместный вклад всех факторов:

- для среднестатистического диаметра частиц ( $d$ ), уравнения 5-7:

$$d = \frac{(11,184 \cdot C_p^{0,2355}) \cdot [23,7 + 115 \cdot ((0,35 - C_{\text{пэпа}}^{0,95})^2) / \exp(1,94 \cdot C_{\text{пэпа}})]}{23,71} \quad (5)$$

$$d = \frac{(11,604 \cdot C_p^{0,2412}) \cdot [25,00 + 110 \cdot ((0,35 - C_{\text{тез}}^{0,95})^2) / \exp(1,94 \cdot C_{\text{тез}})]}{25,083} \quad (6)$$

$$d = \frac{(12,403 \cdot C_p^{0,2366}) \cdot [27,00 + 90 \cdot ((0,35 - C_{\text{ac-1}}^{0,95})^2) / \exp(1,94 \cdot C_{\text{ac-1}})]}{26,42} \quad (7)$$

- для общего удельного количества частиц ( $N$ ), уравнения 8-10:

$$N = \frac{[400 - 1300 \cdot ((0,42 - C_{\text{пэпа}}^{0,73})^2) / \exp(1,44 \cdot C_{\text{пэпа}})] \cdot (648,7 \cdot C_p^{-0,1879})}{361,37} \quad (8)$$

$$N = \frac{[390 - 1200 \cdot ((0,42 - C_{\text{тез}}^{0,73})^2) / \exp(1,44 \cdot C_{\text{тез}})] \cdot (573,34 \cdot C_p^{-0,1966})}{330,95} \quad (9)$$

$$N = \frac{[390-1150 \cdot ((0,40-C_{AC-1}^{0,73})^2) / \exp(1,43 \cdot C_{AC-1})] \cdot (432,46 \cdot C_p^{-0,1174})}{299,42} \quad (10)$$

Адекватность полученной модели (для 95-ного уровня значимости) оценивали на базе коэффициентов корреляции ( $R$ ) и значимости ( $t_R$ ). Расчеты показали удовлетворительную сходимость экспериментальных и расчетных (по уравнениям 5-10) значений функции отклика:  $R > 0,94$ ,  $t_R > 2$ .

#### 4. Обсуждение.

С применением вероятностно-детерминированного подхода рассчитаны и выведены математические выражения, отражающие вклад параметров оптимизации ( $C_{ПАВ}$  и  $C_p$ ) на дезагрегацию алюминиевой пудры. На основе решения обобщенных уравнений определены оптимальные расходы поверхностно-активных веществ и растворителя в суспензиях ЛКМ, обеспечивающие требуемую степень дезагрегации частиц пигмента.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Артамонов Г.Л. Силиконовые смолы и модификаторы для индустриальных ЛКМ // Лакокрасочные материалы и их применение. - 2009. - №2. - С. 32-34.
- [2] Голубева О.Ю., Доманова О.С., Уголков В.Л., Гусаров В.В. Гибридные наноструктуры на основе слоистых силикатов и азотсодержащих органических соединений // Журнал общей химии. - 2007. - Т.77. - Вып.2 - С. 246-251.
- [3] Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. – СПб.: Профессия, 2004. – 240 с.
- [4] Y. He, Y. Boluk, J. Pan, Corrosion protective properties of cellulose nanocrystals reinforced waterborne acrylate-based composite coating // Corrosion Science – 2019 – Vol. 155 – p. 186-194
- [5] Y. Xie, W. Liu, L. Liang, Enhancement of anticorrosion property and hydrophobicity of modified epoxy coatings with fluorinated polyacrylate // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects – 2019 – Vol. 579
- [6] S. Li, Z. Liu, L. Hou, Effect of polyether/polyester polyol ratio on properties of waterborne two-component polyurethane coatings // Progress in Organic Coatings – 2020 – Vol. 141
- [7] S. Luo, X. Peng, Y. Zhang, Oil-repellent and antifog coatings based on poly(vinyl alcohol)/hydrolyzed poly(styrene-co-maleic anhydride)/fluorocarbon surfactant // Progress in Organic Coatings – 2020 – Vol. 141
- [8] M. G. Sari, B. Ramezanzadeh, Epoxy composite coating corrosion protection properties reinforcement through the addition of hydroxyl-terminated hyperbranched polyamide non-covalently assembled graphene oxide platforms // Construction and Building Materials – 2020 – Vol. 234
- [9] N.I. Cherkashina, V.I. Pavlenko, V.A. Manaev, O.V. Kuprieva, N.V. Kashibadze, E.S. Samoilova, Multilayer coatings based on polyimide track membranes and nanodispersed lead // Progress in Organic Coatings – 2020 – Vol. 138
- [10] Stacie M. Gutowski, James T. Shoemaker, Kellie L. Templeman, Yang Wei, Robert A. Latour, Ravi V. Bellamkonda, Michelle C. LaPlaca, Andrés J. García, Protease-degradable PEG-maleimide coating with on-demand release of IL-1Ra to improve tissue response to neural electrodes // Biomaterials – 2015 – Vol. 44, p. 55-70,
- [11] M. Rezaei, H. Yari, S. Amrollahi, M. Mohseni, H. Mirzazadeh, Chemo-mechanical modification of an acrylic melamine coating by the aid of a functional hyperbranched toughener to enhance its biological resistance // Progress in Organic Coatings – 2019 – Vol. 136
- [12] Shi, Y. Wang, H. Li, Corrosion resistance and biocompatibility of calcium-containing coatings developed in near-neutral solutions containing phytic acid and phosphoric acid on AZ31B alloy // Journal of Alloys and Compounds – 2020 – Vol. 823
- [13] A. Camos Noguer, S.M. Olsen, S. Hvilsted, S. Kiil, Diffusion of surface-active amphiphiles in silicone-based fouling-release coatings // Progress in Organic Coatings – 2017. – Vol. 106. – p. 77-86
- [14] A. Camos Noguer, R. Latipov, F.B. Madsen, A.E. Daugaard, Visualization of the distribution of surface-active block copolymers in PDMS-based coatings // Progress in Organic Coatings. – 2018. – Vol. 120. – p. 179-189
- [15] A. Camos Noguer, S.M. Olsen, S. Hvilsted, S. Kiil, Field study of the long-term release of block copolymers from fouling-release coatings // Progress in Organic Coatings. – 2017 – Vol. 112. – p. 101-108.
- [16] Danail Akuzov, Todorka Vladkova, Galya Zamfirova, Polydimethyl siloxane coatings with superior antibiofouling efficiency in laboratory and marine conditions // Progress in Organic Coatings. – 2017. – Vol. 103. – p. 126-134
- [17] E. Yilgör, I. Yilgör, Silicone containing copolymers: Synthesis, properties and applications // Progress in Polymer Science – 2014. – Vol. 39. – p. 1165-1195,
- [18] Aguirreurreta Z., De la Cal J.C., Leiza J.R., Preparation of high solids content waterborne acrylic coatings using polymerizable surfactants to improve water sensitivity // Progress in Organic Coatings – 2017 – Vol. 112, p. 200–209.

[19] Дюрягина А.Н., Островной К.А Оценка дезагрегирующего эффекта ПАВ в лакокрасочных композициях путем сопряжения оптической микроскопии и персональных ЭВМ // Лакокрасочные материалы и их применение. – Москва. – 2007. – №7-8. – С. 77-80.

[20] Kumar V., Coluccelli N., Polli D. Molecular and Laser Spectroscopy // University of Lucknow, India, Elsevier, 2018. 340 p.

Целых А.А., Амандыков Е.Е., Тюканько В.Ю., Савинкин В.В., Дюрягина А.Н.

**Беттік-белсенді заттардың қатысуымен пигментті диспергирлеу процесін математикалық моделдеу.**

**Түйіндеме.** Мақала компьютерлік-оптикалық микроскопия әдісімен алынған деректер негізінде беттік-белсенді заттардың қатысуымен пигментті диспергирлеу процесін математикалық үлгілеуге арналған. Модельдеу нәтижелері бойынша пигменттің бөлшектерінің қажетті дезагрегациясының деңгейін қамтамасыз ететін ЛБМ сусpenзияларындағы беттік-белсенді заттар мен еріткіштің онтайлы шығыстары анықталды.

**Түйін сөздер:** Беттік-белсенді заттар, лак-бояу материалдары, пигментті диспергирлеу, диспергирлеуді модельдеу, силоксан

УДК 004

**Y. Shakan<sup>1</sup>, B. Kumalakov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculty of Information technologies, al-Farabi Kazakh National University,  
Al-Farabi ave. 71, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Department of Information systems, University of International Business,  
Almaty, Kazakhstan. E-mail: shakan.yasin@gmail.com)

## BLOCKCHAIN IN EDUCATION: HOW TO MANAGE STUDENT CREDITS OF HIGHER EDUCATION THROUGH THE BLOCKCHAIN?

**Abstract.** Currently, technologies are developing very quickly and the need for information security is constantly increasing. In this connection, Blockchain technology is becoming in demand, which allows us to keep information safety and integrity. In addition, the technology enables the creation of a decentralized environment where transactions and data are take place without any third party organization.

We proposed a decentralized web resource based on the Ethereum platform for managing student credits. The decentralized application (Dapp), will process, manage and control tokens, which represent credits that students gain for completed certain courses. The credit system is a first step towards a more transparent and technologically advanced form which could be used by universities and students to manage credits.

The novelty of this scientific research is the creation of a web-based information resource based on Blockchain technology. Thanks to this resource, it becomes possible to track students' grades and receive reliable information about higher education. This completely eliminates the possibility of making changes to existing records.

**Key words:** blockchain, higher education, credits, tokens.

### 1 Introduction

Blockchain technology is becoming popular not just a financial sphere, but also are entering into more and more new spheres such as medicine, Internet of things, education, voting etc. This technology has not been ignored in the field of education. Currently, there is already a number of works interested in various aspects of the application of blockchain technologies in education, for example, [9-13] and others. However, these works are mainly focused on theoretical nature, considering the prospects of applying blockchain technologies to various issues of digitalization of education.

One of the relevant issues of education system is to create a web-based information resource based on Blockchain technology. Thanks to this resource, it becomes possible to keep records and receive reliable information about the student achievements. This completely eliminates the possibility of making changes to existing records.

This paper aims to show some practical implementation to solve this kind of problems via using blockchain. The paper considers technical details of building the appropriate decentralized application (Dapp), which could be used by universities and students to manage credits. That means, after each successful completion of a semester an employee (teacher) of the university with certain access rights could issue credits to students as tokens, when fully getting the needed number of credits/tokens, students could see their achievements, as well as could show to their potential employers or to another university.

Remainder of the paper is organised as follows. Section 2 defines the problem. Section 3 provides related works. Section 4 provides implementations. Section 5 concludes this paper.

## 2 Problem definition

Today, most higher education institutions keep their students' records including credits in various applications. However, these databases are designed on a centralized approach that leads to numerous drawbacks, such as mutability, privacy and reliability of records. To overcome the issue of centralized approach of storing credits, we have proposed a decentralized web resource based on the Ethereum platform for managing student credits.

Blockchain is one of the new technologies with special features like security, immutability, transparency and so on. For instance, academic credit is an important piece of learning achievements of students which confirm that student has achieved certain learning outcomes before graduating certain degrees. This information will now be decentralized and available to public so that anyone can validate this information through web application interacting with blockchain.

## 3 Methodology

To understand the practical implementation of the blockchain technology in education we researched and analyzed a number of materials which related to this problem, the aim was to improve practical skills in this area. Allocated more time for interacting user interface with smart contract, for this was built process model of blockchain app, as well as examined several problems associated with the practical implementation of this issue.

## 3 Related works

After the appearance of Bitcoin [1] in 2009, Blockchain technology has been applied to many fields, including medicine [2,3], economics [4], Internet of things [5], education [6,7], voting [8] and so on. Its underlying technique has shown promising applications prospects and attracted lots of attentions from academia and industry. Besides cryptocurrency one of the relevant areas is blockchain in education, however, the studies on the blockchain technology are still very new, reflections on the education are still at the beginning stage. Therefore, some of these few studies of the filed are briefly summarized.

One of the studies addresses the value decentralized ledgers, in particular those based on blockchain, may bring to stakeholders within the educational sector, with a particular focus on its potential for digital accreditation of personal and academic learning. As well as focuses on the feasibility, challenges, benefits and risks of the Blockchain as applied to formal and non-formal education credentials [9].

This postgraduate dissertation study addresses some problems that centralized e-learning platforms may encounter and emphasizes the importance of decentralized access control in solving these problems. In this study, a model proposal for decentralized access systems is presented. In the realization of this model, blockchain structure was utilized. Thus, it is argued that the integrity, correctness, deniability, and traceability of e-learning sources can be achieved. The mean response time was used as a metric when evaluating the proposed model. The two different network environments (such as the Local Area Network (LAN) and the Cloud Web Service (i.e. Amazon Web Service)) are compared. It is stated that LAN environment represents the most appropriate condition and the cloud environment represents the real situation in the real world. The average response time in the LAN environment is faster (about 1.5 times) than in the cloud environment, but when the number of customers is large, the difference in average response time between these two environments becomes insignificant [10].

Another study describes a decentralized learning system CHiLO which utilizes e-books. In this study provided a basic demonstration of the first stage "content exchange" and demonstrated the making of e-books while protecting copyright by using the blockchain [11].

A study in which using blockchain as a tool for tracking and verification of official degrees is addressed the main concepts of blockchain and the particular implementation of Blockcerts as an opensource solution devoted to the certification and verification of documents. As well as briefly introduce the Higher Education market in Europe to determine the volume, geography and trend of the economic sector to address the developed solution [12].

In this research blockchain in education address the fundaments and developments of blockchain technology and suggests a reflection and a debate which should address in the near future the impact, or not, of blockchain in education [13].

#### 4 Implementations

#### Development of a web resource on the basis of the etherum platform for managing student credits of higher education

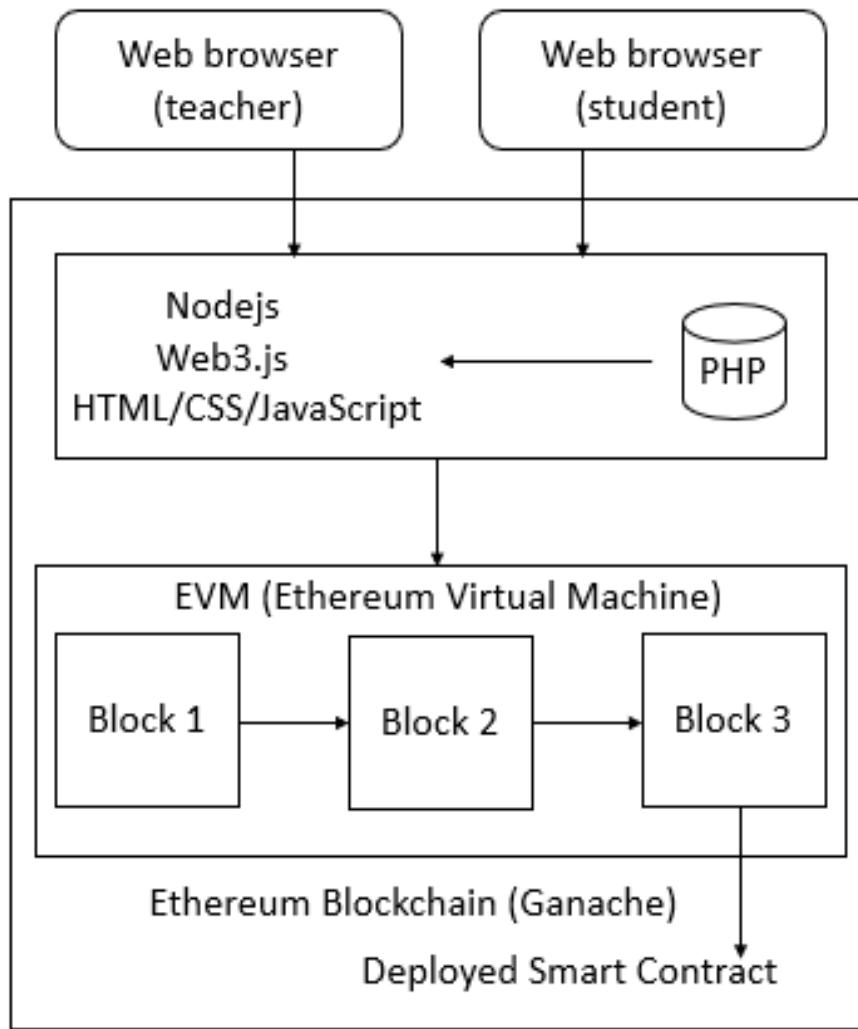
At the moment, the product has been developed in the development environment configured locally. The following is a list of tools used to perform this test (figure 1):

- Required for the operation of a web resource: Apache web server, database (MySQL), PHP language, JavaScript/CSS

- Required for the interactions with applications over the network: NodeJS, Web3

- Required Ganache blockchain server to deploy a private blockchain on the Ethereum platform

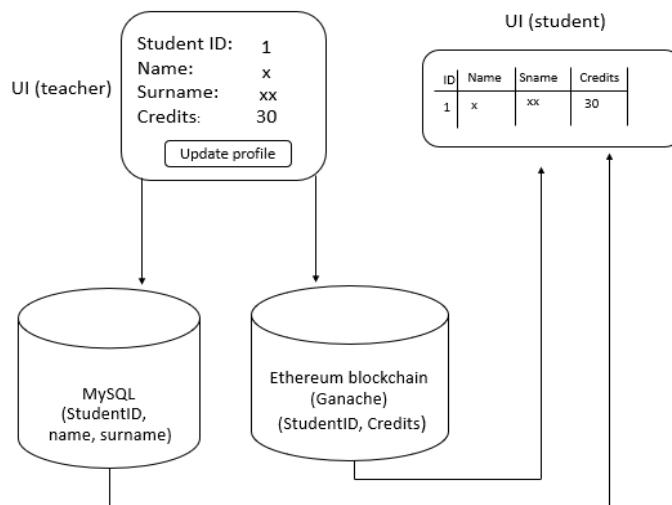
- Required for compiling Smart Contract: Program language Soidity (Remix IDE)



**Fig. 1.** system flow

#### 4.1. Description of the credit process model

For clarity, we considered the following situation: student to complete studies at the university they must get needed number of credits, after the semester of study, an employee (teacher) of the university with certain access rights update the students profile, upon successful accumulation of all credits/tokens. Ganache (blockchain server) will register a block for this student and stores the credit details in the block. As well as student, can see their achievements respectively from website. The webpage interact with the Ganache to fetch the details about the student credit. The admin / professor of the student will be able to update all the information for each students (figure 2).



**Fig. 2.** Student credit process model

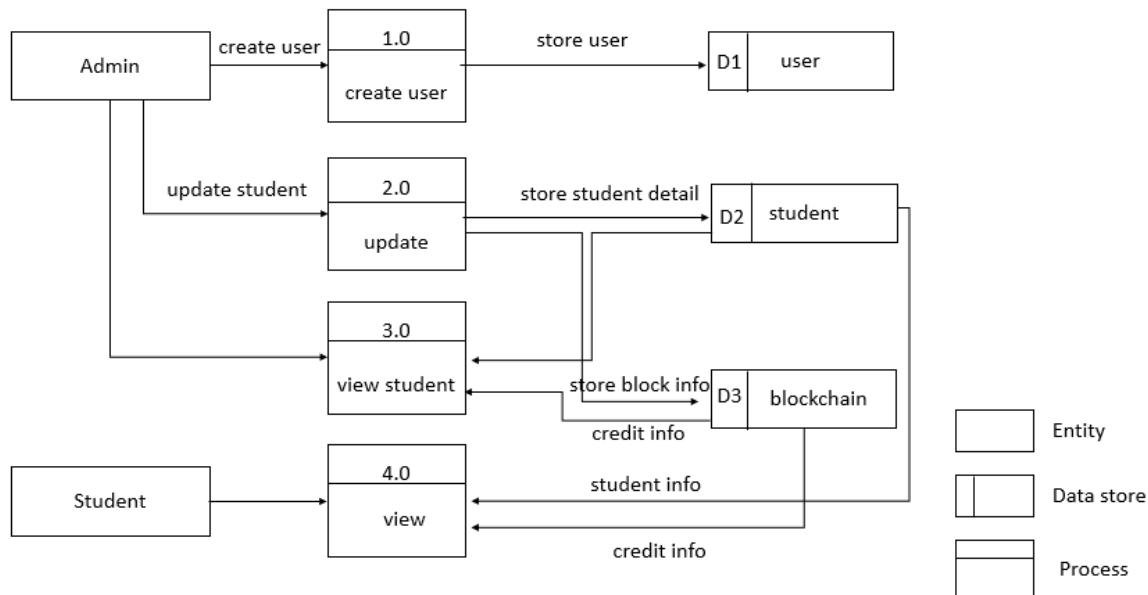
#### 4.2. Creating a web interface and connection with a blockchain server

When creating the web interface, we used the HTML hypertext markup language, as well as certain Javascript libraries, such as jQuery. Created special form for filling the student detail, The record consists of the following fields:

- Student ID
- First Name
- Last Name
- Credits

After clicking the button (update) located at the bottom of the form, the corresponding summary record will be store in the Blockchain as a hexedecimal format. As a result of processing the record, a web page opens with the following information: student id, first name, last name, block number and credits. Thus, a student can quickly obtain information about their achievements.

The interaction of the smart contract with the web interface is carried out thanks to the JavaScript library Web3.js. The Web3.js and Node.js library are collection of modules that contain specific functions for the Ethereum platform, which makes it easier to interact with the Ethereum Blockchain, its smart contracts and related functions. In order to make it clear the data flow diagram (DFD) is shown below (figure 3):



**Fig. 3.** Data flow diagram (DFD)

## 5. Conclusion and future research

In this paper we explored how to use the blockchain technology in education, more precisely, proposed tracking students' grading system. Our result show that this technology can be used in other industries and spheres. During the study, we were able to learn the principles of the Blockchain technology, explore the scope of application of the Blockchain technology, develop an information web resource for managing student credits in higher education based on the Ethereum Blockchain. Fristly, the transparency and integrity of the system, this means any student in the educational process that has its own id, via this can confirm the "truth" of the their credits at any time. At the same time, the blockchain block cannot be changed or deleted from the network. Secondly, the general reduction of paper documents for proving their achievements. Of course in parallel with this there were certain problems (technical) that successfully resolved.

As a result of all this, the following practical and theoretical significance of this scientific research can be noted:

- Blockchain technology is becoming popular not just a financial sphere, but also are entering into more and more new spheres such as medicine, education, etc.
- The practical implementation of the blockchain technology in education showed that using this technology for track student's grading system in higher education is quite possible. Proof of this: system flow between web browser and Ethereum Blockchain, credit process model, web interface and connection with a blockchain server.

In our future research we intend to explore the possible solution to the problem of issuing digital certificates and related problems using blockchain, as well as we plan to extent and adapt proposed credit system to any existing grading system and thus incoprporate other aspects of educational digitalization.

## REFERENCES

- [1] Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 2008.-p.5-8.
- [2] Ariel Ekblaw\*, Asaph Azaria\*, John D. Halamka, MD†, Andrew Lippman\*, A Case Study for Blockchain in Healthcare: "MedRec" prototype for electronic health records and medical research data, 2016.p.3-8.
- [3] Sandra V. B. Jardim\*, Information Technology Department, Polytechnic Institute of Tomar, Quinta do Contador, 2300-313 Tomar, Portugal, The Electronic Health Record and its Contribution to Healthcare Information Systems Interoperability, 2013.p.8-9.
- [4] Steve Huckle, Rituparna Bhattacharya, Martin White, Natalia Beloff, a University of Sussex House, United Kingdom, internet of things, blockchain and shared economy applications, 2016.p.4-6.
- [5] Abha Kiran Rajpoot\*, Mukul Varshney, Aparajita Nailwal CSE, Sharda University, Greater Noida, Security and Privacy Challenges in the Internet of Things, 2016.p.8-10.
- [6] Alexander Grech, Anthony F. Camilleri, blockchain in education, Joint Research Centre (JRC), 2017.p.10-11.
- [7] Antonio Ramón Bartolomé, Carles Bellver, Linda Castañeda, Jordi Adell, BLOCKCHAIN IN EDUCATION: INTRODUCTION ANDCRITICAL REVIEW OF THE STATE OF THE ART, EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 2017. p.11-13.
- [8] Michał Pawlaka, Aneta Poniszewska, Marańda Natalia Kryvinskabc, Towards the intelligent agents for blockchain e-voting system, 2018.p.4-5.
- [9] Alexander Grech, Anthony F. Camilleri, Blockchain in Education, 2017.p.5-6.
- [10] Ma, S. (2018). Using blockchain to build decentralized access control in a peer-to-peer e-learning platform. Doctoral dissertation, University of Saskatchewan. p.6-7.
- [11] Hori, M., Ono, S., Miyashita, K., Kobayashi, S., Miyahara, H., Kita, T., Yamada, T., Yamaji, K., (2018). Learning system based on decentralized learning model using blockchain and SNS. CSEDU 2018 - Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education Volume 1, 183-190 Funchal, Madeira; Portugal; 15 March 2018 through 17 March 2018; Code 135926.p.7-9.
- [12] Oliver, Miquel; Moreno, Joan; Prieto, Gerson; Benítez, David, Using blockchain as a tool for tracking and verification of official degrees: business model: 29th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "Towards a digital future: Turning technology into markets?", Trento, Italy, 1st - 4<sup>th</sup> August 2018.p.8-10.
- [13] Tahir Lushi, Blockchain in Education: possibilities for a blockchain based study management system for Higher Education Institutions, September 2018. p.7-9.

Шакан Я., Кұмалақов Б.

**Блокчейн білім саласында: жоғары оқу орындарында студенттердің бағасын блокчейн арқылы қалай басқаруға болады?**

**Түйіндеме:** Қазіргі уақытта технологиялар өте тез дамып келеді және ақпараттық қауіпсіздікке деген қажеттілік үнемі артып келеді. Осыған байланысты, Blockchain технологиясы суралысқа ие болуда, бұл бізге ақпараттық қауіпсіздік пен тұтастықты сактауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, технология

орталықтандырылмаған ортаны құруға мүмкіндік береді, онда транзакциялар мен мәліметтер үшінші тарап ұйымысыз жүзеге асырылады.

Біз студенттердің нәтижелерін басқару үшін Ethereum платформасына негізделген орталықтандырылмаған веб-ресурстарды ұсындық. Орталықтандырылмаған бағдарлама (Dapp) студенттерге белгілі бір курсардан алған нәтижелерін білдіретін жетондарды өндейді, басқарады және басқарады. Несиелік жүйе - бұл университеттер мен студенттер несиелерді қолдана алғышын ашық және технологиялық түргыдан жетілдірлген формага алғашқы қадам.

Бұл ғылыми зерттеудің жаңалығы - Блокчейн технологиясына негізделген веб-акпараттық ресурстарды құру. Осы ресурстың арқасында студенттердің бағаларын бақылауга және жоғары білім туралы сенімді ақпарат алуға мүмкіндік туады. Бұл қолданыстағы жазбаларға өзгерістер енгізу мүмкіндігін толығымен жояды.

**Кілт сөздер:** блокчейн, жоғары білім, несиелер, жетондар.

Шакан Я., Кумалаков Б.

**Блокчейн в образовании: как управлять студенческими кредитами высшего образования через блокчейн?**

**Резюме:** В настоящее время технологии развиваются очень быстро и потребность в информационной безопасности постоянно растет. В связи с этим технология Blockchain становится востребованной, что позволяет нам сохранять безопасность и целостность информации. Кроме того, технология позволяет создавать децентрализованную среду, в которой транзакции и данные осуществляются без какой-либо сторонней организации.

Мы предложили децентрализованный веб-ресурс на основе платформы Ethereum для управления кредитами студентов. Децентрализованное приложение (Dapp) будет обрабатывать, управлять и контролировать токены, которые представляют собой кредиты, которые студенты получают за прохождение определенных курсов. Кредитная система является первым шагом к более прозрачной и технологически продвинутой форме, которая может использоваться университетами и студентами для управления кредитами.

Новизной данного научного исследования заключается в создании информационного веб-ресурса на базе технологии Блокчейн. Благодаря этому ресурсу, появляется возможность сделать отслеживание оценок студентов и получать достоверную информацию о высшем образовании. При этом полностью исключается возможность вносить изменения в существующие записи.

**Ключевые слова:** блокчейн, высшее образование, кредиты, токены.

УДК 656.7

**B.K. Seidahmetov, G K. Kalieva, Z.E. Konakbay**

(Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: konakbay.zarina@mail.ru)

## **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PERSONNEL POTENTIAL IN THE AVIATION INDUSTRY**

**Annotation:** The formation of the main educational programs for the training of aviation specialists in accordance with the requirements of state educational standards of higher and secondary vocational education, as well as ICAO standards and recommendations, will improve the quality of graduate training in educational institutions of civil aviation

**Keywords:** specialist, education, personnel, aviation industry

**Б.К. Сейдахметов, Г.К. Калиева, З.Е. Конакбай**

(Академия гражданской авиации, Казахстан, г.Алматы,  
konakbay.zarina@mail.ru)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ**

**Аннотация:** Формирование основных образовательных программ подготовки авиационных специалистов в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов высшего и среднего профессионального образования, а также стандартов и рекомендаций ИКАО позволит повысить в образовательных учреждениях гражданской авиации качество профессиональной подготовки выпускников.

**Ключевые слова:** специалист, образование, кадры, авиационная отрасль

**Введение** Протекающий процесс интеграции Казахстана в мировое образовательное пространство требует разработки и внедрения в педагогическую практику инновационных технологий, способных вывести систему образования на качественно новый, соответствующий мировым стандартам уровень. В результате все более широкое распространение получают поиск и опыт создания новых образовательных технологий, направленных на максимальное удовлетворение запросов общественности.

Интернационализация отечественного высшего образования сегодня занимает приоритетное место на пути к достижению намерений Казахстана стать более конкурентоспособной страной. Уже стал обыденным процесс внедрения международных аспектов во все направления обучения и исследовательской работы на уровне учебных заведений.[3]

При этом в сложной борьбе за место под солнцем нельзя забывать о самом ценном, что есть в стране - о ее народе. Именно человек должен стоять во главе угла всех преобразований, происходящих как в социально-экономической, так и в общественно-политической и других сферах жизнедеятельности государства.

При этом, заботясь о человеке, необходимо воспитывать в каждом казахстанце патриота, готового не только встать по первому призыву на защиту республики, но и постоянно работающего над собой, регулярно совершенствующего свои профессиональные навыки, пополняя багаж новыми знаниями, необходимыми для дальнейшего самосовершенствования.

В свою очередь государство должно создать все необходимые условия для самореализации каждого индивидуума, родившегося и проживающего на казахстанской земле. Здесь и вопросы предоставления образования, качественного здравоохранения, соблюдения прав и свобод каждого казахстанца, независимо от его социального положения, этнического происхождения и религиозных предпочтений.

### Кризис начала 90-х



Рис. 1. Проблемы авиационной отрасли

**Методы** Современная модернизация технического и профессионального образования вызвана необходимостью качественного прорыва в подготовке кадров технического и обслуживающего труда, что, в свою очередь, обусловлено ростом масштаба и сложности задач индустриально-инновационного развития Казахстана в условиях глобализации и перехода к экономике знаний с всепроникающим влиянием информационных технологий и растущей конкуренции на внутреннем и внешнем рынках труда. Создание высокоэффективной национальной системы технического и профессионального образования является одним из основных факторов обеспечения устойчивого экономического роста страны, социальной стабильности казахстанского общества, механизмом поддержания устойчивой занятости молодежи.

Одной из проблем современной гражданской авиации является трудность подготовки и подбора квалифицированных кадров. На поиск и подготовку новых кандидатов уходят многие месяцы и тратятся огромные средства, а так же проходит довольно много времени, чтобы новые работники смогли работать с максимальной отдачей.

Деятельность авиапредприятий в области управления персоналом должна определяться основными направлениями управления персоналом, наиболее существенными для данной организации, а также основными характеристиками этой работы. Как правило, эти направления и их характеристики отражаются в кадровой политике организации, которая является частью стратегии развития авиапредприятия в целом.

Под кадровой политикой авиапредприятия понимают генеральное направление работы с персоналом, отражающее совокупность принципов, методов, набор правил и норм в области работы с персоналом, которые должны быть осознаны и определенным образом сформулированы.

Цель кадровой политики - обеспечение оптимального баланса процессов обновления и сохранения численности и качественного состава персонала в соответствии с потребностями самого авиапредприятия, требованиями действующего законодательства и состоянием рынка труда.

Кадровая политика не всегда четко обозначена и представлена в виде документа, однако, независимо от степени выраженности, она существует на каждом авиапредприятии. На ее формирование и развитие влияют внешние и внутренние факторы.

Факторы внешней среды - те, которые авиапредприятие как субъект управления не может изменить, но должна учитывать для правильного определения потребности в персонале и оптимальных источников покрытия этой потребности.

К ним относятся:

- ситуация на рынке труда (демографические факторы, политика в области образования, взаимодействие с профсоюзами);
- тенденции экономического развития;
- научно-технический прогресс (характер и содержание труда, который оказывает влияние на потребности в тех или иных специалистах, возможности переподготовки персонала);
- нормативно-правовая среда (трудовое законодательство, законодательство в области охраны труда, занятости, социальные гарантии и т.д.).

Факторы внутренней среды - это факторы, которые поддаются управляющему воздействию со стороны авиапредприятий. К ним можно отнести:

- цели авиапредприятия (на их основе формируется кадровая политика);
- стиль управления (жестко централизована или предпочитающая принцип децентрализации - в зависимости от этого требуются разные специалисты); финансовые ресурсы (от этого зависит возможность организации финансировать мероприятие по управлению персоналом);
- кадровый потенциал авиапредприятия (связан с оценкой возможностей работников организации, с правильным распределением обязанностей между ними, что является источником эффективной и стабильной работы);[4]

Кадровое планирование компании требует постоянной корректировки, поскольку цели организации нестабильны, а среда ее деятельности неопределенна. Кроме того, само по себе кадровое планирование представляет комплексную задачу, включающую большое число независимых переменных - новые изобретения, изменения населения, сопротивление изменениям, потребительский спрос, вмешательства государства в бизнес, иностранная конкуренция и, прежде всего, конкуренция на национальном рынке.

Кадровое планирование должно включать возможность обратной связи, поскольку если план не может быть выполнен, часто возникает необходимость в корректировке задач компании, чтобы они стали выполнимыми с точки зрения человеческих ресурсов. Цели кадрового планирования должны формулироваться систематически. Сюда относятся цели организации и цели ее персонала. При планировании целей необходимо учитывать правовые нормы, а также исходные принципы политики организации.

Планирование потребности в авиаперсонале – одно из важнейших направлений кадрового планирования и определяется как процесс обеспечения авиапредприятия необходимым количеством квалифицированного персонала на определенный период. Планирование потребности авиаперсонала и производительности труда во многом зависит от показателей издержек на персонал. Основная цель планирования потребности персонала заключается в поиске резервов, позволяющих выходить на такой уровень расходов на персонал, который был бы ниже, чем достигнутый уровень конкурентами, позволял бы уложиться в установленные нормативами фонд оплаты труда каждого подразделения и единый фонд оплаты труда предприятия и не допускал перерасхода.

Расчет плановой численности рабочих и служащих осуществляется разными методами и способами.

Во-первых, можно планировать численность по каждой профессии или группе профессий и путем суммирования определить общую численность, а затем вычислить долю каждой профессии или группы профессий в общей численности. Такой метод получил название планирование снизу вверх.

Во-вторых, можно планировать общую численность по организации и распределить ее в соответствии с установленной структурой по профессиям. Этот метод расчета называется планирование сверху вниз.[5]

Изучение позитивных мировых тенденций развития технического и профессионального образования показывает, что преемственность ступеней и уровней образования, соответствие квалификации требованиям рынка труда достигаются за счет гибкости, модульности образовательных программ, интегрированных образовательных программ по специальностям, в том числе эквивалентных программам бакалавриата, а также за счет разработки и внедрения с участием работодателей, международных экспертов государственных общеобязательных стандартов технического и профессионального образования, предусматривающих формирование у обучающихся базовых специальных и профессиональных компетенций.

Отсюда вытекает, что сегодня в Казахстане содержание подготовки специалистов должно формироваться на основе государственных образовательных стандартов, включать его гуманизацию, обучение и воспитание специалистов на основе принципов независимости, опоры на богатый духовный и интеллектуальный потенциал народа и общечеловеческие ценности. Особое внимание в педагогическом процессе профессиональных колледжей должно уделяться личности обучающегося, развитию у него культа образования и знаний, творческой активности, стремления к формированию самостоятельности в процессе познавательной деятельности.

Организация ИКАО в области авиационной подготовки заключается в том, чтобы обеспечить поддержку стратегиям развития людских ресурсов, разработанным государствами-членами и авиационным сообществом, и доступ к достаточному числу квалифицированных и компетентных специалистов, необходимых для осуществления эксплуатационной деятельности, управления работой и технического обслуживания существующей и будущей системы воздушного транспорта в соответствии с установленными международными стандартами, касающимися обеспечения безопасности полетов, аeronавигационного потенциала и эффективности, авиационной безопасности и упрощения формальностей, экономического развития воздушного транспорта и охраны окружающей среды.

Подготовка специалистов гражданской авиации считается вспомогательной функцией ИКАО. Подготовка персонала означает усвоение знаний и овладение профессиональными навыками, что обеспечивается ИКАО и/или учебными организациями, связанными с ИКАО, которые выдают удостоверения с эмблемой ИКАО или эмблемой программы ИКАО, подтверждающие завершение подготовки или достижение определенного профессионального уровня.

Формирование основных образовательных программ подготовки авиационных специалистов в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов высшего и среднего профессионального образования, а также стандартов и рекомендаций ИКАО позволит повысить в образовательных учреждениях гражданской авиации качество профессиональной подготовки выпускников, сохранить сложившуюся в отрасли систему непрерывного профессионального образования и обеспечить инновационное развитие авиаотранспортного комплекса.

**В заключение** необходимо отметить, что направления повышения уровня подготовки специалистов для ТКС, в свою очередь, сами являются сложными научно-методическими и практическими задачами, от правильного решения которых зависит не только социально-экономическая эффективность транспорта в Казахстане, но и её транспортная безопасность и возможность его возможно «мягкой» интеграции в мировую транспортную систему.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон Республики Казахстан «Об образовании».
- [2] [https://www.icao.int/training/SiteAssets/20160525-TrainingPolicy\\_Ru.pdf](https://www.icao.int/training/SiteAssets/20160525-TrainingPolicy_Ru.pdf)
- [3] Образование на транспорте: вектор развития. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.transportrussia.ru/obrazovanie/obrazovanie-na-transporte-vektor-razvitiya.html>
- [4] Елисов Л.Н. Качество профессиональной подготовки авиационного персонала и безопасность воздушного транспорта: Монография. – М.: ИЦПКПС, 2006. -244с.
- [5] Антропов В.А. Планирование потребности в персонале на предприятии. Учебно-методическое пособие / В.А. Антропов, А.П. Макаридина, К.А. Завьялова. – Екатеринбург: УНУПС, 2010.с.

Сейдахметов Б.К., Калиева Г.К., Конакбай З.Е.

#### Авиация саласындағы кадрлық әлеуеттің даму болашағы

**Түйіндеме:** Жоғары және орта кәсіптік білімнің мемлекеттік білім беру стандарттарының, сондай-ақ ИКАО стандарттары мен ұсынымдарының талаптарына сәйкес авиация мамандарын даярлаудың негізгі білім беру бағдарламаларын қалыптастыру азаматтық авиацияның оку орындарында магистрлерді даярлау сапасын жақсартуға мүмкіндік береді

**Түйінді сөздер:** маман, білім, кадрлар, авиация саласы

**G.U. Bektemissova, M.M. Uatbayev**

(International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan,  
e-mail:g.bektemisova@iitk.kz, musa.uatbayev@gmail.com)

## **DEVELOPMENT OF THE UNIFIED DUTY-DISPATCH SERVICE**

**Abstract.** This article discusses the importance of the development and implementation of the information system "Unified Dispatch Service", which is a tool for organizing a unified dispatch service for collecting and recording citizens appeals to emergency services: firefighting, police, ambulance, gas emergency service etc. The system is intended for implementation, both in large and in small cities and villages.

This article will reveal the important aspects of using the information system "Unified duty dispatch service", which in turn will reflect the basic mechanisms of the emergency medical service, fire service and police.

**Key words:** emergency response, automated dispatch service, information system, single duty dispatch service, call center.

**Г.У. Бектемисова, М.М. Уатбаев**

(Международный университет Информационных технологий  
г. Алматы, Республика Казахстан,g.bektemisova@iitk.kz, musa.uatbayev@gmail.com)

## **РАЗРАБОТКА ЕДИНОЙ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается важность разработки и внедрения информационной системы «Единая дежурно-диспетчерская служба», которая представляет собой инструмент для организации единой диспетчерской службы для сбора и учета обращений граждан в службы экстренного реагирования: противопожарная служба, полиция, скорая медицинская помощь, аварийная газовая служба и др. Система предназначена для внедрения, как в крупных, так и в небольших городах и селах.

В данной статье будут раскрыты важные аспекты использования информационной системы «Единая дежурно-диспетчерская служба», что в свою очередь отразит основные механизмы работы скорой медицинской помощи, противопожарной службы и полиции.

**Ключевые слова:** экстренное реагирование, автоматизированная диспетчерская служба, информационная система, единая дежурно-диспетчерская служба, центр обработки вызовов.

### **Введение**

Единая дежурно-диспетчерская служба «112» – это оперативный центр для обеспечения оказания экстренной помощи населению при угрозах жизни и здоровью, для уменьшения материального ущерба при несчастных случаях, авариях, пожарах, нарушениях общественного порядка и при других происшествиях и чрезвычайных ситуациях.

Один из основных направлений Единой дежурно-диспетчерской службы «112» – это служба скорой и неотложной медицинской помощи. Согласно статистическим данным Всемирной организации здравоохранения, во всем мире около 20% людей погибают из-за отсутствия квалифицированной медицинской помощи на до госпитальном этапе, что и определяет повышение роли скорой медицинской помощи населению в системе здравоохранения. Мировые и отечественные исследователи единодушно высказывают мнение, что организация службы скорой медицинской помощи нуждается в новых современных подходах [1]. Скорая и неотложная медицинская помощь носит приоритетный характер в системе обеспечения населения первичной медико-санитарной помощью. На современном этапе радикальных социально-экономических преобразований в обществе и реформ системы здравоохранения Республики Казахстан, роль скорой медицинской помощи неуклонно возрастает. Медико-социальная значимость этой службы обусловлена достаточно высоким уровнем обращаемости населения по поводу внезапных заболеваний и травм. За прошедшее десятилетие отечественная медицина добилась существенных успехов в области экстренного медицинского обслуживания населения на до госпитального этапа, но в доступных источниках существует мало исследований, посвященных совершенствованию организационно-управленческих форм работы станций скорой медицинской помощи.

В настоящее время ощущается дефицит в покрытии населения скорой и неотложной медицинской помощи. Соответственно, не сохраняются нормативные сроки доступности скорой и неотложной медицинской помощи для конечного потребителя услуг.

На данный момент не во всех регионах страны на скорой медицинской помощи (СМП) прием вызова автоматизирован. Вызовы передаются вручную и посредством голоса по радио. Санитарный автотранспорт не оснащен GPS навигацией. Диспетчера оперативного отдела не имеют возможность контролировать бригады скорой помощи, подстанции в удаленных частях области не обеспечены минимальными условиями для полноценного функционирования.

### 1 Предназначение ЕДДС

Единая дежурно-диспетчерская служба – организационная единица местного исполнительного органа (МИО) для приёма, регистрации и обработки сообщений от физических и юридических лиц о событиях, связанных с обеспечением для населения безопасности, за которую ответственны службы экстренного реагирования; комфорта, за которую ответственны аварийные коммунальные службы; эффективности, за которую ответственны справочные службы, различные управления МИО и т. п.

Основной целью создания ЕДДС является повышение уровня безопасности в городах и селах, а именно увеличение оперативности реагирования на экстренные события, которое достигается путем разгрузки диспетчерских служб экстренного реагирования от ложных, справочных, повторных и непрофильных вызовов, обеспечением слаженного взаимодействия всех служб при отработке обращений.

Также, за счет внедрения ЕДДС определяется комплексный анализ эффективности работы экстренных служб, сокращается время совместного реагирования на инциденты.

Все вышеуказанные мероприятия позволят повысить уровень доверия граждан.

Для достижения указанных целей создания ЕДДС необходимо обеспечить выполнение следующих задач:

- прием и обработка сообщений от физических и юридических лиц в режиме «одного окна»;
- обеспечение поддержки принятия оперативных решений;
- осуществление межведомственного взаимодействия;
- мониторинг отработки принятых сообщений ЕДДС;
- оперативное информирование руководства региона об обстановке;
- формирование сводок об обстановке для вышестоящих гос. органов.

Система предполагает развертывание Единой Диспетчерской службы на базе станции скорой медицинской помощи, так как согласно статистике более 70% звонков поступают по линии 103.

Ниже описывается статистика по нагрузке экстренных служб (рисунок 1):

- «103» Скорая помощь – 73%
- «102» Полиция – 15%
- «101» Пожарная служба – 4%
- «112» ЧС – 4%
- «104» Аварийная служба газа – 4%

На сегодняшний день Call-center «103» в г. Алматы в среднем в сутки принимает до 3 тыс. вызовов, из них 54% вызовы с угрозой для жизни 1-3 категории срочности (прибытие до 10-15 мин). То есть служба 103 участвует в 100% вызовах, где присутствует угроза жизни.



Рис. 1. Нагрузка по вызовам на экстренные службы

Ниже приведен рисунок 2 единой дежурно-диспетчерской службы:



Рис. 2. Единая дежурно-диспетчерская служба

## 2 Организация службы

ЕДДС предназначена для оперативного принятия, регистрации, обработки и направления в соответствующую службу сообщений, поступающих от физических и юридических лиц, для оперативного управления силами и средствами, координации действий служб и подразделений по оперативному реагированию на преступления, происшествия, критические ситуации, неотложную скорую помощь и стихийные бедствия [2].

Создание ЕДДС предусматривает оснащение необходимыми современными техническими средствами – передовые технологии сбора, обработки и передачи информации для повышения эффективности работы служб, включая современную цифровую радиосвязь.

Помимо этого, на ЕДДС необходимо возложить роль центрального звена системы оперативно-диспетчерского управления с целью повышения готовности государственных органов и служб региона к реагированию на угрозу или возникновение критической ситуации, эффективности взаимодействия привлекаемых сил и средств служб при их совместных действиях.

ЕДДС должна обрабатывать информацию о событиях из следующих источников (диспетчерских служб). Службы экстренного реагирования:

- Противопожарная служба (№ телефона – «101»);
- Полиция («102»);
- Скорая помощь («103»);
- Дежурно-диспетчерская служба ДЧС («112»).

Указанные сообщения должны приниматься персоналом (другими словами, операторами или диспетчерами) ЕДДС по разным коммуникационным каналам, таким образом, обеспечивая омниканальность:

- 1) Телефония, SMS;
- 1) Сайты местного исполнительного органа;
- 2) Мобильные приложения;
- 3) Социальные сети;
- 4) Мессенджеры, чат-боты;
- 5) Датчики – «тревожные кнопки», охранные системы и т. п.
- 6) Непосредственные визиты граждан.

Государственные органы, в том числе их территориальные подразделения, местные исполнительные органы, юридические лица, эксплуатирующие объекты с массовым пребыванием людей, опасные производственные объекты должны организовать взаимодействие информационно-коммуникационных сетей и автоматизированных систем мониторинга с информационными системами [3] ЕДДС. В случае наличия технической возможности путем интеграции с информационными системами ЕДДС, в противном случае взаимодействие должно быть определено специально разработанным регламентом.

Деятельность ЕДДС будет контролироваться и регулироваться структурным подразделением МИО, который является координирующим органом для всех дежурно-диспетчерских служб территориального образования по вопросам сбора, обработки и обмена информацией о событиях, а также координирующим органом по вопросам совместных действий в чрезвычайных и других кризисных ситуациях.

Структурные подразделения МИО должны определить штатное расписание ЕДДС. Штатное расписание должно быть сформировано индивидуально, учитывая исторические данные о поступивших обращениях, населению городов, наличии сил и средств. Необходимо предусмотреть включение в штатное расписание специалистов, обеспечивающих оказание отдельных видов помощи гражданам в кризисной ситуации (психологическая, консультативная, социально-правовая и т.д.).

### 3 Информационная система ЕДДС

Так, как идея организации Единой дежурно-диспетчерской службы предполагает объединить все экстренные службы, необходимо предусмотреть единую информационную систему сбора, учета и оперативного реагирования на экстренные события [4].

Информационная система «Единая дежурно-диспетчерская служба – 112» обеспечит принцип «одного окна». Основная идея предполагает интегрировать систему с программным комплексом колл-центра, для обеспечения высокого уровня оперативности, так как экстренные события требуют минимальное время реагирования.

Также, система позволит системно направлять выездные бригады на зафиксированные местоположения, отслеживать трекинг передвижения мобильных бригад и сотрудников, вести учет статических данных и формировать аналитические отчеты.

В составе разрабатываемого решения предусмотрено мобильное приложение на базе Android. Цель разработки такого рода приложения – создать удобный и легкий инструмент для сотрудников выездных бригад. Функциональность приложения позволит фиксировать такие события как, статус выездной бригады («свободен», «на выезде», «в пути» и т.д.), принятие вызова, завершение вызова, чек-лист события и др.

Ниже описывается схема диспетчерской службы в рисунке 3.

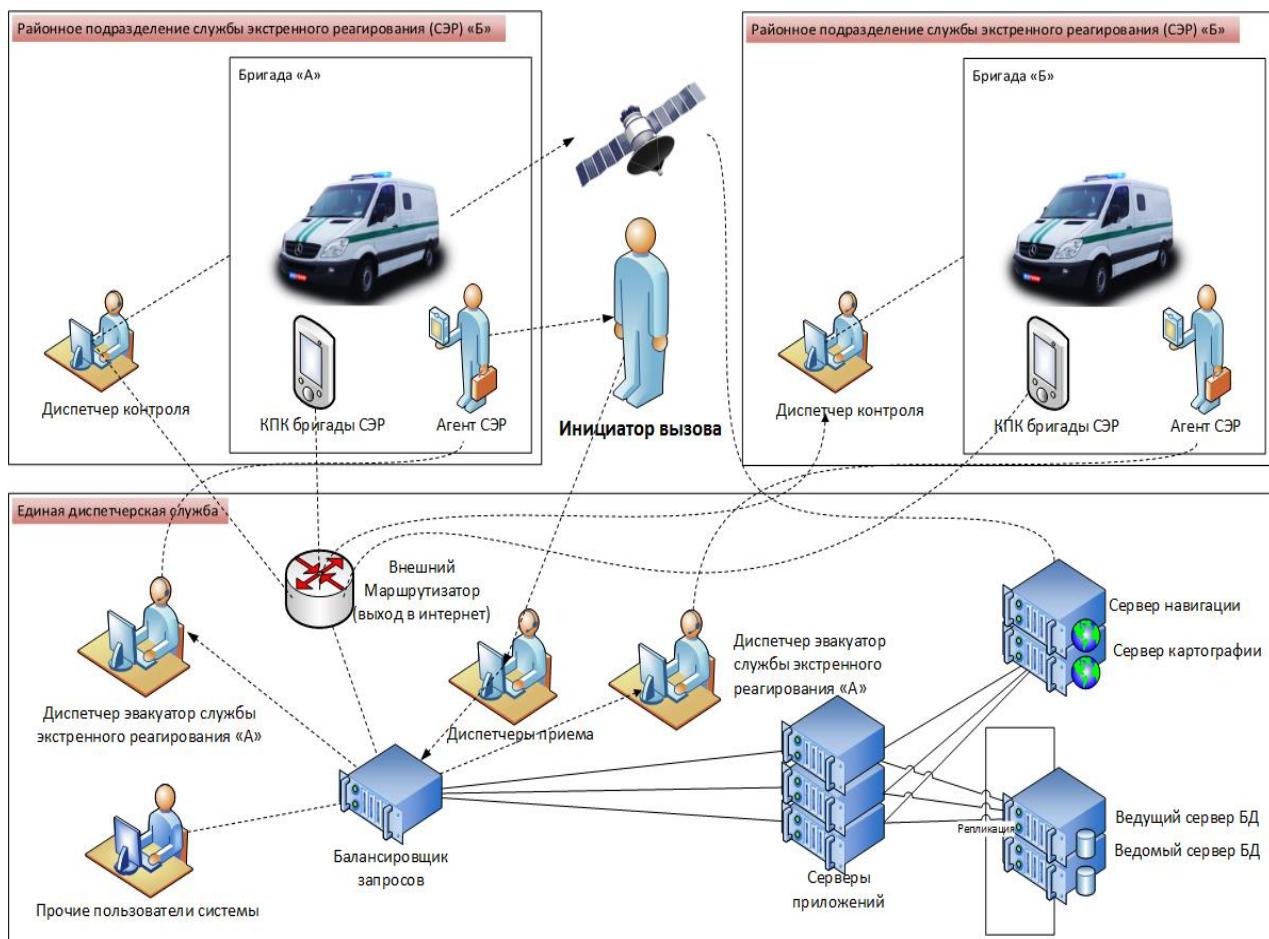


Рис. 3. Схема работы системы

### Заключение

В этой статье было представлено общее видение разработки информационной системы «Единая дежурно-диспетчерская служба – 112» на базе скорой медицинской помощи (103).

Исходя из существующих программных решений в экстренных службах, где используются разные системы и решения по приему, сбору и учету вызовов, можно легко понять, что на текущий момент экстренные службы не готовы полноценно работать по слаженному регламенту, отсутствует единая система.

Очевидно, что одним из ключевых условий успешной организации ЕДДС является единой информационной системы для всех экстренных служб, которая позволит обрабатывать разно-профильные обращения населения и управлять экипажами и бригадами экстренного реагирования.

Принимая во внимание социальную важность оперативного реагирования на экстренные события, важно понимать, что данное решение в первую очередь предназначена для повышения уровня безопасности граждан.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] А. Леденева. Служба 103: инновационные технологии на страже человеческой жизни // Медицинская газета «Здоровье Казахстана». – 2015. – С. 7.
- [2] М.А. Шнепс-Шнеппе, С.П. Селезнев, Д.Е. Намиот, В.П. Куприяновский О телекоммуникационной инфраструктуре комплекса «Безопасный город»
- [3] Model State 911 Plan, National Association of State 911 Administrators, DOT HS 811 369 February 2013.
- [4] С.А. Качанов «Основные положения по созданию системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112» <ftp://ftp.infor-media.ru/210612/Kachanov.pdf>.

**B.A. Ashimova, R.R. Beisenova**  
(L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.  
E-mail: balgyn\_honey@mail.ru)

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF RAILWAY TRANSPORT USING IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Abstract.** The railway transport system is the main sector of the economy, which provides transportation of goods and passengers both within the country and abroad. Continuous operation of railway transport is the key to the development of the state and agriculture. Accordingly, railway transport has a permanent impact on the environment. The state of the environment in the interaction with the objects of railway transport depends on infrastructure construction of railways, the production of rolling stock, manufacturing equipment and other devices, usage of rolling stock and other facilities on the railways, of research results and their implementation on enterprises and facilities of industry. This article discusses the ecological aspects of railway transport using in the Republic of Kazakhstan. The demand trend for railway services in the country, in the field of coal or other mineral raw materials from production sites located in the country or in the interior of the country, is increasing. However, in the development of the railway complex there are a number of problems that hinder the development of the economy and the level of satisfaction of the needs of the population of Kazakhstan in transport services.

**Key words:** railway transport, environment, energy consumption, efficiency, electrification, freight and passenger transportation.

### Introduction

Railway transport is an integral part of the infrastructure of the country, which plays a special role in creating favorable conditions for the sustainable growth of the national economy. The environmental situation is becoming an increasingly important development factor, affecting the level of economic well-being of the country. The geographical conditions of Kazakhstan (lack of direct access to the sea), the vastness of the territory, the raw material structure of production and the location of productive forces, the underdevelopment of road infrastructure make the role of railway transport in the economy of the country extremely important [1].

Features of railway transport are: high carrying capacity of railways for development of mass cargo and passenger traffic; regular movement regardless of weather and climatic conditions; competitive cost of transportation; sufficiently high speed of transportation of goods and passengers; the possibility of railway construction lines to almost any land region of the country [2]. Railway saves the costs in compare of other types of transport significantly and it has advantages over ecology, energy, land use. Despite these positive aspects, the impact of transport on the environmental situation is very noticeable. This leads to air, water and land pollution during the construction and operation of railways. The impact of railway transport on nature is due to the construction of roads, production and economic activities of enterprises, the operation of railways and rolling stock, the burning of large amounts of fuel, etc. The main directions of reducing the amount of environmental pollutions are: rational choice of technological processes for the production of finished products and its transportation; using of environmental protection and maintaining them in good condition [3].

The main types of negative impact of railway transport on the environment and the population: air pollution with toxic components of the exhaust gases of diesel engines of locomotives, track and road equipment, emissions of polluting substances from stationary sources; water pollution by surface and industrial wastewater; soil pollution in the territories along the railway and enterprises with toxic waste from production and consumption; the impact of physical factors directly related to the operation of rolling stock and stationary enterprises of railway transport (noise, infrasound, vibration and electromagnetic fields); the possibility of emergency situations with negative environmental consequences [4]. The impact of railway transport on the environment requires reasonable restrictions, which can be implemented only on the basis of reliable quantitative analysis of harmful emissions from pollution sources; environmental expertise data as a means to study the impact of the complex of industrial and economic objects of railway transport and rolling stock on the environment, natural resources and human health; attraction of specialists of various profile providing and improving technological processes of works of services and the enterprises of railway transport.

Fig. 1 shows the general road system of the Republic of Kazakhstan. According to the length of railways, the Republic of Kazakhstan takes the third place among the CIS countries after Russia and Ukraine. As of

January 1, 2019, the public transport network of Kazakhstan consisted of 16.6 thousand km of railways; 96.2 thousand km of roads; 4.1 thousand km of inland waterways; 201.2 km of trolleybus, tram and underground tracks; 23.3 thousand km of trunk pipelines. 574 km of the 16060.8 km of operated railway lines belongs to other countries. In addition, 275.1 km of Kazakhstan railways are located on the territories of other countries. Of the total length of railway tracks are 4237.5 km electrified, 4945.4 km are two-track and multi-track [5].



**Fig. 1.** Roads of the Republic of Kazakhstan

### Purpose

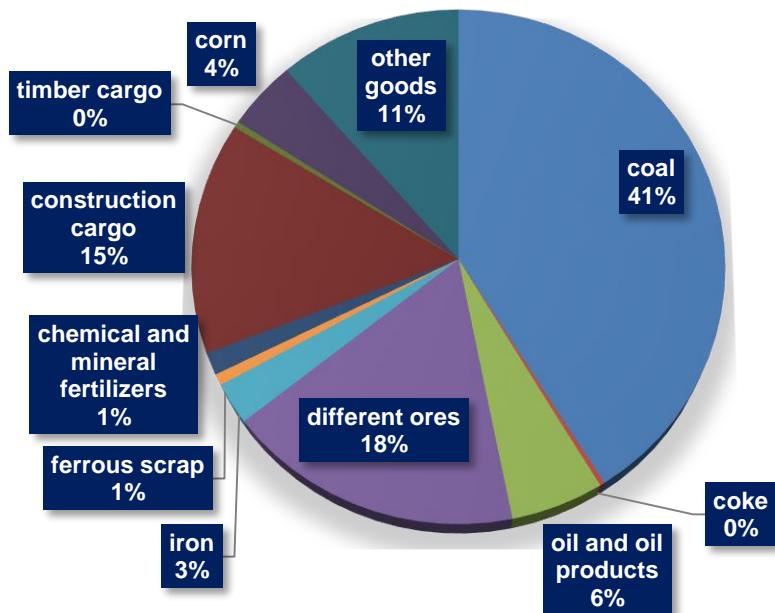
The main purpose of the work is to consider the environmental aspects of railway transportation in the Republic of Kazakhstan.

### Materials and methods

The analysis of information was conducted on the basis of the statistical data of the Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan by comparing the data for the research.

### Results and discussion

Kazakhstan Temir Zholy NC JSC is the operator of the main railway network of the Republic of Kazakhstan, the national railway carrier of goods and passengers. In Kazakhstan, the volume of freight traffic by railway in 2009 amounted to 248.4 million tons, and ten years later, in 2018, this volume reached 397.9 million tons. The cargo turnover of the country amounted to 197.5 billion tons per kilometer in 2009, it increased to 283.3 billion tons per kilometer in 2018. 18.6 million people were transported by railway transport in 2009, this figure was 23.1 million people in 2018. The passenger turnover in the country amounted to 14702 million passengers per kilometer in 2009, and the volume of passenger traffic increased to 18562 million passengers per kilometer in 2018. Freight transportation activities were significant increased according to the above data. The reason is that railway transportation is a convenient and effective way to carry cargoes over long distances, in particular in the development of new mineral deposits, transportation of fuel and raw materials, grain, construction and other goods. The following Fig. 2 shows the structure of freight transported by railway of general use in the Republic of Kazakhstan in 2018.



**Fig. 2.** Structure of freight transported by railway of general use by the Republic of Kazakhstan in 2018 (created by the author)

The highest percentage of cargo shipments by railway transport is coal (41%), various fields (18%), construction cargo (15%) and other cargoes (11%) in the Republic of Kazakhstan in 2018. On the basis of this data it is possible to see that the main customer of railway transportation services is the mining industry. The largest coal mining zones are Karaganda and Pavlodar regions in the Republic of Kazakhstan, they make up about 50% of freight traffic. At the same time, the first place in terms of the length of operation of railways in Kazakhstan is Karaganda region's line - 2467 km, and the largest volume of rail freight has Pavlodar region - 81.2 million tons.

Nowadays, diesel locomotives are used a priority for trucks and lorries in Kazakhstan. Traffic efficiency is determined by the consumption of fuel and energy resources. In particular, the most fuel consuming railroad is locomotive economy. Therefore, the implementation of energy conservation should be carried out, primarily in this area. Diesel locomotives consume a large amount of expensive diesel fuel purchased from abroad, and consequently the cost of transportation by railway increases too. At the same time, diesel fuel has a negative impact on the environment, the exhaust gases contain hydrocarbons, carbon monoxide, nitrogen, sulfur, etc. pollutants. The amount of harmful substances in the exhaust gas composition depends on the type of engine, its design, type of fuel, adjustments, operating mode, worn parts and many other factors. The experience of other countries, including Russia, shows that the cost of transportation is significantly reduced with electric traction. Electrification of railways increases the mass and speed of trains, the capacity of railways, reducing operating costs.

The total length of railways across the world has reached up to 1 million km to the beginning of the 21st century, of which 25% are electrified and 75% are driven by diesel engines. However, the global volume of traffic between these types of traction is distributed approximately equally by 50%. Consequently, the length of the electrified railroads is shorter than diesel engines, but their average load is three times more than diesel engines [3]. In Europe (excluding the CIS countries), the length of the electrified railways network is 47% of the total length of the network with a traffic volume of approximately 70%, that is, the load capacity of electrified lines is more than two times that of lines served by diesel locomotives with a world ratio of three times. The increase in the energy efficiency of the transportation process depends on the level of electrification of railways. Electrification of railways also reduces the environmental impact of railways. Although rail transport is not considered to be the most polluting source of negative impact on the environment than other types of transport, it also poses a significant threat to the environment, including pollutants in all its sectors.

The following Figure 3 shows the consumption of energy by enterprises of railways across the Republic of Kazakhstan.

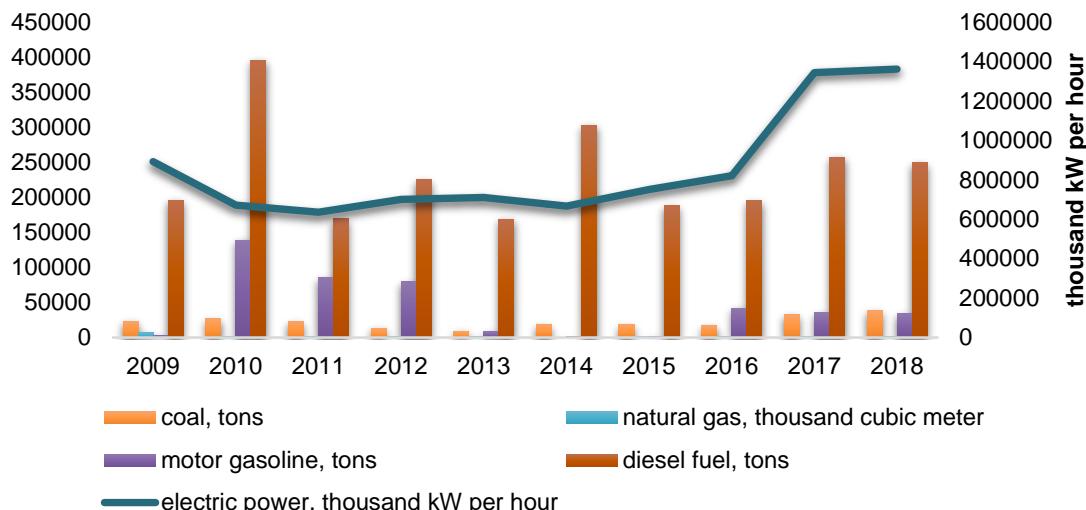


Fig. 3. Consumption of energy by railway enterprises in the Republic of Kazakhstan

We see that the using of diesel fuel prevails considering the image of coal, natural gas, motor gasoline, diesel fuel and electricity consumption in railway industry in the Republic of Kazakhstan for 2009-2018. In particular, 395,453 tons of diesel fuel was consumed in 2010 and 302,784 tons in 2014. The demand for diesel fuel was still high in the following years. And in terms of electricity consumption, it was 892496000 kW per hour in 2009 and the volume of electricity consumption was relatively low by 2016. The consumption of electricity increased by 2017-2018, and the consumption reached 1361645000 kW per hour in 2018. The share of electrified roads in the total length of railways in the country was 25.5% at the end of the last year. There are no special roads for electrified high-speed railway traffic in Kazakhstan. Mixed cargo and passenger traffic, the growth trend of freight traffic, creates considerable difficulties for the introduction of high-speed trains. That is why these reasons do not allow the railway transport of Kazakhstan to enter the new level of development.

### Conclusion

Summing up the information provided above, the high level of rail transport has been determined by the tendency of railway transportation services in recent years in the national economy. Railway rolling stock and road equipment, road structures in Kazakhstan need updating, and obsolete repair technology is used. Due to the fact that the use of diesel fuel locomotives on the transportation of goods and passengers has been prevalent, foreign practice has shown that the problem of railroad electrification should be solved. However, electrification of railways is related to the need to create a powerful infrastructure (external power supply, gas stations, communication lines, linear enterprises for maintenance and repair of power supply systems). In this regard, the necessity of ecologization of railway infrastructure in the future is a topical issue in the economic development of the Republic of Kazakhstan.

### REFERENCES

- [1] Kumambetov, C.E. Description of the current state of the railway industry in Kazakhstan // Science and education: past, present and future. Collection of articles of the interuniversity international student conference 2019. – Voronezh, 2019. – P.112-115.
- [2] Bekmagambetov, M., Smirnova, S. The transport system of the Republic of Kazakhstan (current status and development problems). – Almaty, 2005. – 46-47 p.
- [3] Panova, N.S. The impact of railway transport on the environment // Scientific and technical Volga region bulletin. – 2010. – No.1. – P.139-144.
- [4] Drabkina, E.V., Agafonova, I.V. Environmental pollution from energy facilities of the locomotive economy of the railways // Science and technology. – 2009. – No.1. – P.14-21.
- [5] Statistical collection "Transport in the Republic of Kazakhstan 2014-2018" Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan. Nur-Sultan. URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/18/publication>.
- [6] Enkh-Amgalan Altangerel. Justification of electrification of Ulaanbaatar railway taking into account world experience // Journal of Transsib Railway Studies. – 2016. – No.3 (27). – P.9-17.

Ашимова Б.А., Бейсенова Р.Р.

**Қазақстан Республикасында темір жол көлігін пайдаланудың экологиялық аспекттері**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада Қазақстан Республикасында темір жол көлігін пайдаланудың экологиялық аспекттері қарастырылған. Елімізде шахталардан немесе елдің ішкі аймақтарында орналасқан өндіріс орындарынан көмір немесе басқа да минералды-шикізат ресурстарын алыс өнірлерге жеткізуде, жалпы өндіріс саласында, теміржол көлігінің қызметтеріне деген сұраныс артып келе жатыр. Мемлекет экономикасының алға басуы тікелей экологиялық жағдайларға байланысты болатындығы белгілі. Теміржол кешенінің жалпы дамуына және Қазақстан халқының көлік қызметіне деген қажеттіліктерін қанағаттандыру деңгейіне кедергі болатын бірқатар мәселелер бар.

**Түйін сөздер:** темір жол көлігі, коршаған орта, энергия тұтыну, тиімділік, электрлендіру, жүк және жолаушылар тасымалы.

Ашимова Б.А., Бейсенова Р.Р.

**Экологические аспекты использования железнодорожного транспорта в Республике Казахстан**

**Резюме.** В данной статье рассматриваются экологические аспекты использования железнодорожного транспорта в Республике Казахстан. В стране тенденция спроса на услуги железнодорожного транспорта в области добычи угля и других минерально-сырьевых ресурсов с производственных площадок, расположенных в стране или во внутренних районах страны, увеличивается. Известно, что продвижение экономики страны напрямую связано с экологическим состоянием. В развитии железнодорожного комплекса имеется ряд проблем, содержащих развитие данной отрасли и уровень удовлетворения потребностей населения Казахстана в транспортных услугах.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, грузовые и пассажирские перевозки, энергопотребление, электрификация, эффективность, окружающая среда.

УДК 631.81; 631.84

**<sup>1</sup>G.R. Kekilbayeva, <sup>2</sup>N.K. Zhylybayeva, <sup>2</sup>S.K. Tanirbergenova**

(<sup>1</sup>S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>2</sup>The Institute of Combustion problems, Almaty, Kazakhstan

e-mail: kekilbaeva@mail.ru; nurzhamaljk@mail.ru)

**INFLUENCE OF GROWTH STIMULANTS ON QUALITY INDICATORS  
OF SPRING WHEAT PRODUCTIVITY**

**Abstract.** The article presents experimental data on the effect of growth stimulants on the growth, development and productivity of spring wheat «Shortand 95 improved». The study was conducted on carbonate dark brown soils of the Akmola region. The efficiency of using growth stimulants in conjunction with phosphorous fertilizer in the processing of seed material and foliar treatment of plants has been established. Growth stimulants increases seed germination, stimulates plant growth, significantly increases grain yield, allows you to obtain environmentally friendly products and reduces costs.

**Key words:** dark brown soils, growth stimulants biologics, spring wheat, gluten.

**<sup>1</sup>Г.Р. Кекілбаева, <sup>2</sup>Н.К. Жылбыева, <sup>2</sup>С.К. Танирбергенова**

(<sup>1</sup> С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КЕАК,

Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

<sup>2</sup> РМК «Жану проблемалары институты», Алматы қ., Қазақстан

e-mail: kekilbaeva@mail.ru; nurzhamaljk@mail.ru)

**ӨСҮ СТИМУЛЯТОРЛАРЫНЫҢ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ӨНІМІНІН  
САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРИНЕ ӘСЕРІ**

**Аннотация.** Мақалада «Шортанды 95 жақсартылған» жаздық бидайдың есуіне, дамуына және өнімділігіне отандық биостимулятордың әсерін зерттеу бойынша тәжірибелі деректер берілген. Зерттеу Ақмола облысының карбонатты қара қоңыр топырағында жүргізілді. Тұқым материалын өндеу және өсімдікті тамырдан тыс өндеу кезінде өсу стимуляторларын фосфорлы тыңайтқыштармен бірге колдану тиімділігі анықталды. Өсу стимуляторлары тұқымның өнүн жогарылатады, өсімдіктің өсуіне жағдай жасайды, астық өнімділігін едәуір арттырады, экологиялық таза өнім алуға мүмкіндік береді және шығындарды азайтады.

**Түйінді сөздер:** қара қоңыр топырак, өсу стимуляторы, биопрепарат, жаздық бидай, клейковина.

**Кіріспе.** Елбасы Н.Ә. Назарбаев 2018 жылғы халыққа жолдауында: біздің негізгі міндеттіміз 2022 жылға қарай ауыл шаруашылығы өнімінің экспортын 2,5 есе көбейту екенін айттып кетті. Қазақстан Республикасы аграрлық мемлекеттердің бірі болып табылады, яғни елдің экономикасы тікелей ауыл шаруашылығымен байланысты. Еліміз негізі астық дақылдарының ішінен көбіне бидай және бидай өнімдері экспортқа шыгарылады [1].

Осылан орай, бидай және бидай өнімдерінің экспортын жоғарылату үшін, сәйкесінше оның өнімділігін және сапалық қорсеткіштерін арттыруымыз қажет.

Жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін, дақылдарды өсіру технологиясының жаңа тәсілдерінің бірі – өсу стимуляторларын қолдану. Дәнді дақылдарды өсіру технологиясында өсу стимуляторларын қолдану егіншілікте 20-30% қосымша өнім алуға мүмкіндік береді. Өсу стимуляторлары өсімдікте өтіп жататын физиологиялық және биохимиялық үдерістерге кешенді түрде әсер етеді. Өсу стимуляторлары өсімдіктің вегетациялық кезеңін қысқартады, сондай-ақ егістердің жай-күйін түзетуге көмектеседі, қоршаған органдың қолайсыз жағдайына байланысты егістікті стимулятормен өндеу өсімдіктің оргаша тәуліктік өсуі мен биіктігіне он әсер етеді. Өсімдік қоршаған органдың қолайсыз жағдайларына, температура ауытқуларына, ауруларға және зиянкестердің жағымсыз әсеріне төзімді болады [2-3].

Ауыл шаруашылығы дақылдарынан жоғары, әрі тұрақты өнім алу үшін, қоршаған органдың қауіпсіздік ережесіне сай келетін, өсімдікке тиімділігі жоғары өсу стимуляторларын қолдану қажет. Соңғы жылдары ауыл шаруашылығының қөптеген зерттеушілері өсу стимуляторларын қолданудың түрлі нәтижелерін анықтауға және олардың ауыл шаруашылығы үшін пайдасына көңіл аударуда. Қазіргі уақытқа дейін ауыл шаруашылығы дақылдарының стресстік жағдайына (кургакшылықта, төменгі температурда, шамадан тыс ылғалдануда, сортаңдануда және т.б.) әртүрлі физиологиялық белсенді заттар он әсері туралы қөптеген ақпараттар жинақталған.

Ауыл шаруашылығы дақылдарынан жоғары өнім алу үшін себілетін дақылдардың сапасына көңіл аударған жөн, сондықтан себу алдында тұқымды өндеу дақылдардың сапасын, сәйкесінше экономикалық түрғыдан тиімділігін арттырады. Сонымен қатар, қазіргі танда ауыл шаруашылығы өнімдерінің экологиялық таза болуына жоғары талаптар қойылады. Өсу стимуляторларын қолдану минералдық тыңайтқыштар мен пестицидтердің өнім сапасына теріс әсер етуін төмендетуге мүмкіндік береді [4-7].

Біздің зерттеулеріміздің мақсаты отандық жаңа «Биостимулятормен» себу алдындағы өндеудің жаздық бидай дәнінің өнімділігі мен сапасына әсерін зерттеу болып табылады. Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін мынадай міндеттерді шешу қарастырылды: 1) биопрепараттардың жаздық бидайдың өсу қорсеткіштеріне әсерін зерттеу; 2) жаздық бидайдың өнімділігі мен өнімділігі құрылымының элементтеріне әсерін анықтау; 3) препараттардың жаздық бидай астығының сапасына әсерін зерттеу.

### Зерттеу нысаны және әдістері

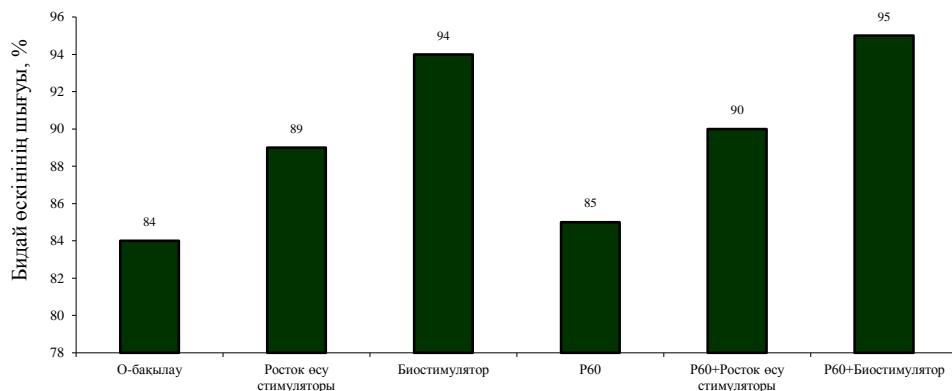
Зерттеу нысаны ретінде «Шортанды 95 жақсартылған» жаздық бидай сұрыпты (ары қарай – бидай) алынды. Тәжірибе микротанаптық жағдайда (тұпсіз құтылар ауданы 0,0314 м<sup>2</sup>) Ақмола облысы Целиноград ауданының ауыр құмбалшықтың күнгірт қара қоңыр егістік жер топырағына жүргізілді.

Зерттеу жүргізілген топырақтың агрохимиялық сипаты: топырақтың қарашірінді мөлшері 2,24 % құрайды, Мачигин бойынша топырақтағы Р<sub>2</sub>O<sub>5</sub> мөлшері 28,5 және K<sub>2</sub>O – 899,2 мг/кг, pH 8,15-ке тең, сінірілген негіздер жиынтығы 25,51 мг-экв/100 г. топырақта. Тәжірибе үш қайтарылымды, 6 нұсқадан тұрады. Тәжірибеде алғаш рет Алматы қаласындағы РМК «Жану проблемалары институты» өндірген жаңа «Биостимуляторы» мен белгілі Росток өсу стимуляторлары (салыстыру мақсатында) жеке және фосфор тыңайтқышымен бірге жаздық бидайдың сапасы мен өнімділігіне әсері зерттелінді. Минералдық тыңайтқыш ретінде кос суперфосфат (46%) қолданылды. Фосфор тыңайтқышы 0,41 г Р/құты мөлшерде енгізілді, яғни 60 кг/га сәйкес келеді. Жаздық бидайды себу алдында 4-5 сағат стимуляторларда (1 л суға 10 мл ерітінді) жібітілді және үстеме қоректендіру арқылы енгізілді.

Топырақтағы нитраттар – колориметрлік әдіспен дисульфоfenолды қышқылда анықталынып, нитратты азотқа (N-NO<sub>3</sub>) ауыстыру үшін алынған нәтижені 0,226 коэффициентіне көбейтілді; қарашірінді И.Тюрин әдісімен анықталынды. Жаздық бидайдың құрылымдық және сапалық қорсеткіштері Қазақстан стандартты сай жүргізілді [8-10].

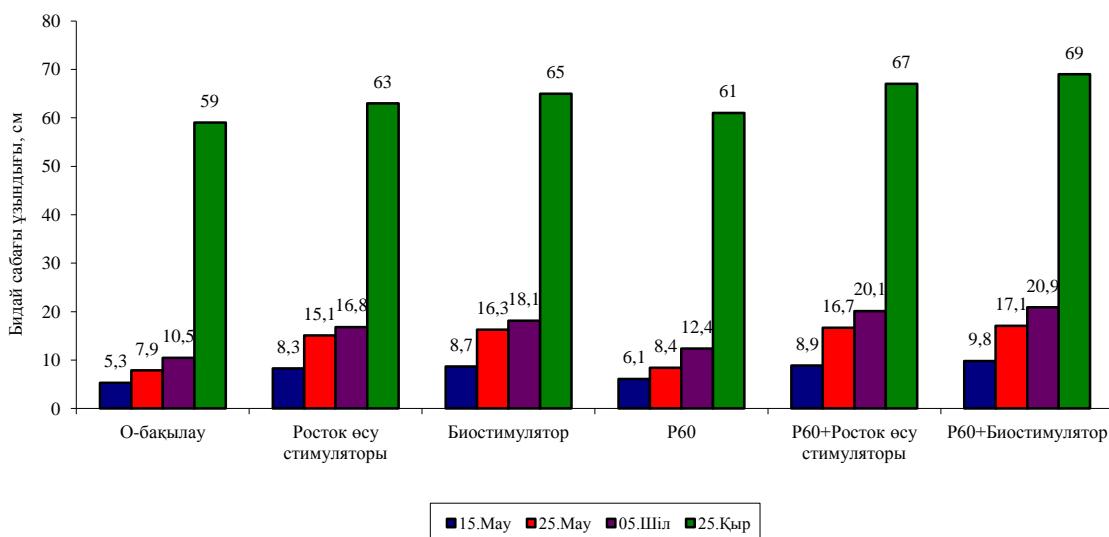
### Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жұмыста өсу стимуляторларының жаздық бидай өскінінің шығуы мен өсімдіктің өсуіне әсері зерттелді. Егу жұмыстары жүргізілгеннен кейін 5-6 күннен кейін P<sub>60</sub>+Биостимулятор нұсқасында алғашқы егін көті пайда болды. Басқа нұсқаларда егін көті 6-7 күннен кейін, ал бақылау нұсқасында егін көті 8 күннен кейін шықты. Жаздық бидайдың егін көтінің шығуының пайыздық мөлшері 1-суретте көлтірілген.



**1-сурет.** Өсу стимуляторларының өскінінің шығуы мен өсімдіктің өсуіне әсері, (үш қайталым бойынша орташасы)

Бидай дақылдарының өсу дәрежесін анықтау әр 10 күн сайын өсімдіктердің биектігін өлшеу арқылы жүргізілді. Алғашқы 10 тәулік ішінде препараттармен өңделген нұсқаларда өсімдіктердің өсу қарқыны байқалады. Өнімді жинау кезінде өсу стимуляторлары нұсқаларында өсімдіктер сабактарының ұзындығы бақылау нұсқасымен салыстырғанда 7-10 %-ға, фосфор тығайтқышымен қосылған өсу стимуляторлары нұсқаларында 13-17 %-ға өскені анықталды, яғни, 2-суреттен өнімді жинап алу кезінде де бидай сабактары бақылаумен салыстырғанда, сәйкесінше 8 және 10 см-ге биік болғандығын көруге болады.



**2-сурет.** Тәжірибе барысында бидайдың өсіп-дамуы (үш қайталым бойынша орташасы)

Жаздық бидайдың құрылымдық көрсеткіштеріне өсу стимуляторларының жеке және фосфор тығайтқышымен бірге қолдану кезіндегі әсерін зерттеуде алынған мәліметтерден өсу стимуляторларының жаздық бидайдың құрылымдық көрсеткіштеріне (өсімдіктердің биектігіне, масақтың ұзындығына, масақтағы дәндердің санына, масақтағы дәндердің массасына) оң әсері анықталды (1-кесте).

1-кесте. Жаздық бидайдың құрылымдық көрсеткіштері

Өсімдік құрылымдық көрсеткіштері	Зерттеу нұсқалары					
	О-бақылау	Росток өсу стимуляторы	Биостимулятор	P <sub>60</sub>	P <sub>60</sub> +Росток өсу стимуляторы	P <sub>60</sub> +Биостимулятор
Өсімдіктің баіктігі, см	59	63	65	61	67	69
Өнімді масақтар саны, дана	22	24	26	23	28	29
Масақтың салмағы, г	0,9	1,1	1,3	1,0	1,4	1,6
Бір масақтағы дәндер саны, дана	11	15	17	13	19	21
Масақтың ұзындығы, см	6,5	7,0	8,3	7,2	8,5	9,0
1000 дән салмағы, г	33,7	34,8	37,1	34,4	36,3	38,9
Өнімділік, ц/га	10	13	14	12	15	16

Өнім жинап алған кезде өсімдіктердің баіктігі 59-69 см аралығында болды. Өнімді масақтардың саны бақылау нұсқасымен салыстырғанда «Биостимулятор» нұсқасында (26 дана), сәйкесінше «P<sub>60</sub> + Биостимулятор» нұсқасында жоғары (29 дана) болды.

Масақтарының салмақтары: бақылау нұсқасында 0,9 г, препараттармен өндөлген нұсқаларда 1,1 және 1,3 г (сәйкесінше, Росток өсу стимуляторы мен Биостимулятор), P<sub>60</sub> нұсқасында 1,0 г, ал P<sub>60</sub>+Росток өсу стимуляторы мен P<sub>60</sub>+Биостимулятор нұсқаларында, сәйкесінше, 1,4 және 1,6 г екендігі анықталды. Сонымен қатар, бір масақтағы дәндер саны бойынша да өсу стимуляторларының дән түзуге оң әсері байқалады.

Масақтарының ұзындығы бойынша да жоғары көрсеткішті Биостимуляторды жеке және форсфор тыңайтқышмен бірге пайдаланған кездегі нұсқаларда байқалды (8,3-9,0 см).

1000 дәннің салмағы бақылау нұсқасында 33,7 г болса, P<sub>60</sub>+Биостимулятор нұсқасында ең жоғарғы көрсеткіш – 38,9 г құрады. Өнімділікте сәйкесінше, өсу стимуляторларын тыңайтқышпен бірге пайдаланған нұсқаларында 15-16 ц/га жетті. Яғни, бақылау нұсқасына қарағанда 50-60 % артты (1-кесте).

Жаздық бидай қоректік элементтерге жоғары талап кояды, 25 ц/га өнім мен сәйкесінше оның сабаны 95 кг азот, 30 кг фосфор, 45 кг калий алғып шығады.

Дәнді дақылдардың құрамында азот, фосфор мөлшері сабанына қарағанда дәнінде, ал калий мөлшері дәніне қарағанда сабанында жоғары мөлшерде болды (2-кесте).

2-кесте. Жаздық бидайдың дән және сабан құрамындағы NPK мөлшері

Зерттеу нұсқалары	Дән құрамындағы NPK мөлшері, %			Сабан құрамындағы NPK мөлшері, %		
	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
О-бақылау	1,13	0,94	0,54	0,21	0,45	2,33
Росток өсу стимуляторы	1,18	0,95	0,56	0,23	0,57	2,34
Биостимулятор	1,19	0,99	0,55	0,22	0,59	2,38
P <sub>60</sub>	1,15	1,02	0,54	0,20	0,52	2,22
P <sub>60</sub> +Росток стимуляторы	1,24	1,03	0,59	0,26	0,60	2,16
P <sub>60</sub> +Биостимулятор	1,29	1,04	0,59	0,26	0,60	2,40

Жаздық бидай өнімінің сапалық көрсеткіштеріне өсу стимуляторларының әсерін зерттеу барысында бидай дәнінің негізгі сапалық көрсеткіштерінің бірі құрамындағы клейковина мөлшері

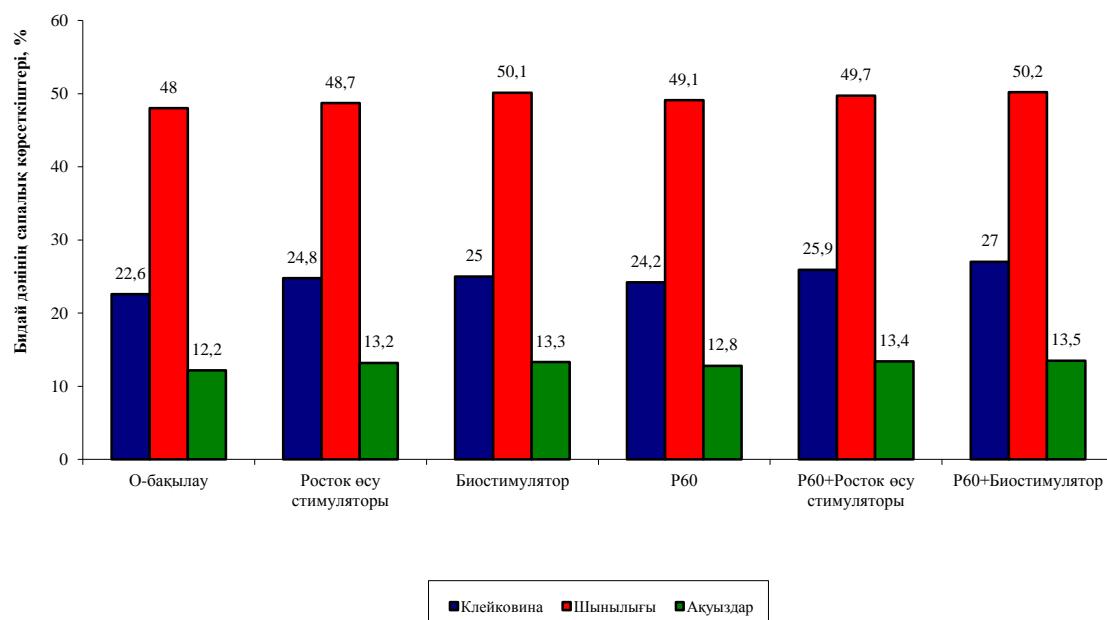
анықталынды. Клейковина мөлшері бақылау нұсқасында 22,6 % болса, ал Биостимулятор нұсқасында 25,0 %, Р<sub>60</sub>+Биостимулятор нұсқасында 27 %, яғни жоғары көрсеткішке ие болды.

Жұмыста дәннің шынылғы анықталды. Ол астықтың ең бір негізгі технологиялық сапасының көрсеткіші болып табылады. Дәннің шынылғысы эндоспермнің консистенциясын және оның құрылымы мен ұлпасының өзара орналасуын көрсетеді. Дәннің көлденең кескіні көрген кезде, шынының сынуына үқсайтындықтан дәннің шынылғы деп аталады. Сәулө түсү кезінде ол мөлдір көрінеді. Дәннің шынылғы бақылау нұсқасында 48,0 %, тек фосфор тыңайтқышын енгізген нұсқада 49,1 %, яғни төмен көрсеткішке ие болды. Ал биостимулятор жеке және тыңайтқышпен коса пайдаланылған нұсқаларда көрсеткіш жоғарылады. Р<sub>60</sub>+Биостимулятор нұсқасында ең жоғары көрсеткішті көрсетті (50,2 %). Дәннің шынылғының арттыру сапалы ұн ауда маңызы зор.

Бидай акуызы осы өнімнің негізгі құнды элементтерінің бірі болып табылады, сондықтан оның астықтағы мөлшері өнімнің құрытындысының мен сапасына әсер етеді. Бидай акуызын жалпылама протеин деп те атайды. Бидай акуызы – толығымен табиғи өнім, ағзага теріс әсер етпейді, тіпті керісінше – жақсы коректік зат, құрамында сонымен қатар қосымша минералдар бар.

Ақуыз мөлшері, сәйкесінше, бақылау мен Р<sub>60</sub> нұсқаларында төмен көрсеткішті көрсетті (12,2; 12,8 %), жоғары көрсеткішке Биостимуляторды жеке және тыңайтқышпен бірге пайдаланған нұсқалар (13,3; 13,5 %) ие болды (3-сурет).

Жүргізілген зерттеулер өсу стимуляторларын жеке және тыңайтқышпен бірге пайдалану кезінде дәннің құрылымдық және сапалық көрсеткіштерін арттыратыны анықталды.



**3-сурет.** Өсу стимуляторларының өнім сапасына әсері

### Қорытынды

Отандық «Биостимулятордың» егін көгінің шығуы мен өсімдіктің өсуіне оң әсері байқалды. Яғни, бақылаумен салыстырғанда 2-3 күн ерте шығуын қамтамасыз етті. Және де жаздық бидайдың құрылымдық элементтеріне: өсімдіктердің биіктігіне, масақтың ұзындығына, масақтағы дәндердің санына, масақтағы дәндердің массасын түзуіне Р<sub>60</sub>+Биостимулятор нұсқасында ең жоғары өнімділік ие болды (16 ц/га).

Сонымен қатар, бидай дақылының маңызды сапалық көрсеткіштері клейковина және акуыз мөлшеріне өсу стимуляторлары он әсер етті. Клейковина мөлшері бақылау нұсқасында 22,6 % болса, оның ең жоғары мөлшері Р<sub>60</sub>+Биостимулятор нұсқасында байқалды (27 %). Ақуыз мөлшері өсу стимуляторларын жеке және тыңайтқышпен бірге пайдалану кезінде алынған дән нұсқаларында 13,2-13,5 % болса, бақылау нұсқасында оның мөлшері 12,2 %-ды құраған.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Мемлекет басшысы Н.Ә.Назарбаевтың Казақстан халқына жолдауы // www.akorda.kz/addresses/addresses\_of\_president/memlekет-basshysy-nanazar\_baevtyn-kazakhstan-halkyna-zholdauy-2018-zhylgy-5-kazan.
- [2] Кузьминых А. Н., Пашкова Г. И. Урожайность и качество зерна озимой ржи в зависимости от применения стимуляторов роста // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 1. – С. 26-29.
- [3] Мамсиров Н. И., Дагужиева З. Ш. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на продуктивность озимой пшеницы в Адыгее // Новые технологии. – 2016. – № 2. – С. 117-123.
- [4] Сулейменов Б.У., Сапаров А.С., Кан В.М., Колесникова Л.И., Сейтменбетова А.Т. Влияние гуминового препарата на продуктивность озимой пшеницы в условиях «Агропарка Онтустик» // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – №3. – С. 71-79.
- [5] Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., Metzger J. Growth of tomato plants in horticulture potting media amended with vermicompost // Pedobiologia. – 1999. – № 43. – P. 724-728.
- [6] Bano K., Kale R.D, Satyavathi G.P. Vermicompost as fertilizer for ornamental plants. In: Rajagopal, D., Kale, R. D. and Bano, K. – (Ed.) // Proc. IV National Symposium Soil, Biology. Ecology. ISSBE. – UAS, Bangalore, 1993. – P. 165-168.
- [7] Ghosh M., Chottopadhyay G.N., Baral K., Munsi P.S. Possibility of using vermicompost in Agriculture for reconciling sustainability with productivity. – Proceeding of the Seminar on Agrotechnology and Environment. –1999. – P. 64-68.
- [8] Аренушкин Е.В. Руководства по химическому анализу. – М.: МГУ, 1970. – 488 с.
- [9] Елешев Р, Смағұлов Т, Балғабаев Ә, Рамазанова Р. Агрохимиялық зерттеулер әдістемесі. «Тоғанай Т». – Алматы, 2008. – 265 б.
- [10] СТ РК 1046-2008. Пшеница. Технические условия. Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли. Республики Казахстан (Госстандарт).

Кекілбаева Г.Р., Жылыбаева Н.К., Танирбергенова С.К.

**Влияние стимуляторов роста на качественные показатели продуктивности яровой пшеницы**

**Резюме.** В статье представлены экспериментальные данные по изучению влияния отечественного биостимулятора на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы «Шортанды 95 улучшенный». Исследование проводилось на карбонатных темно-каштановых почвах Акмолинской области. Установлена эффективность применения стимуляторов роста совместно с фосфорным удобрением при обработке семенного материала и внекорневой обработки растений. Стимуляторы роста повышает всхожесть семян, стимулирует рост растений, значительно увеличивает урожайности зерна, позволяет получать экологически чистую продукцию и уменьшает затраты.

**Ключевые слова:** темно-каштановые почвы, стимуляторы роста, биопрепарат, яровая пшеница, клейковина.

УДК 621.313.33

K.S.Sholanov, Z. R.Issaeva

(Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan.  
e-mail: zhozi\_maggi@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR INTELLIGENT MASS CONTROL  
OF A WAVE POWER STATION FLOAT**

**Abstract .** Objects of wave energy, float wave power plants, are dynamic systems that operate under conditions of significant environmental influence. The presence of external disturbances - waves, currents, aggressive environments reduce the possibility of effective functioning. This reduces the performance, reliability of operation and other important characteristics of the object. The aim of the article is to improve the means and control systems of an underwater float station (PVIES). To achieve this goal, an algorithm is proposed for estimating energy consumption when converting the energy of water mass movement, the construction and implementation of an intelligent automatic control system for the movement of PVIES is carried out.

**Keywords.** Float wave power plant, control system, energy consumption, fuzzy logic method, actuator, water mass, link algorithm

**К.С. Шоланов, Ж.Р.Исаева**

(Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан.  
e-mail: zhozi\_maggi@mail.ru)

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАССОЙ ПОПЛАВКА ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Аннотация.** Объекты волновой энергетики, поплавковые волновые электростанции, представляют собой динамические системы, функционирующие в условиях значительного влияния внешней среды. Наличие внешних возмущений - волн, течений, агрессивной среды снижают возможность эффективного функционирования. Тем самым снижают производительность, надежность эксплуатации и другие важные характеристики объекта. Целью статьи является совершенствование средств и систем управления подводной поплавковой станции (ПВлЭС). Для реализации поставленной цели предложен алгоритм оценки энергозатрат при преобразовании энергии движения водной массы, осуществляется построение и реализация интеллектуальной системы автоматического управления движением ПВлЭС.

**Ключевые слова.** Поплавковая волновая электростанция, система управления, энергозатраты, метод нечеткой логики, актуатор, водная масса, алгоритм звеньев.

В настоящее время актуальным для обеспечения устойчивого энергетического будущего является развитие возобновляемой энергетики [1] При этом важная роль в возобновляемой энергетике отводится использованию энергии волн больших водных масс. Из-за большой удельной энергоемкости волн водных масс, в настоящее время ведутся активные исследования и рассматриваются различные технические средства и технологии преобразования энергии волн в электрическую энергию [2]. В волновой энергетике наибольшее применение получили поплавковые волновые электростанции (ПВлЭС)[3,4].

В работе [5] предложена ПВлЭС с поплавком имеющим аэродинамический профиль сечения, в котором для преобразования энергии волны в «организованные» механические движения используется параллельный манипулятор. Особенность данной ПВлЭС в том, что она извлекает и преобразует энергию пространственного движения водных масс, а не только энергию изменения уровня воды из-за влияния волн, как это используется во всех известных поплавковых преобразователях энергии волн. Также преимуществом данной поплавковой станции является использование аэродинамического профиля сечения, позволяющая использовать преимущества гидродинамики волн. Для защиты от разрушающего действия волн ПВлЭС располагается под водой в прибрежной зоне. В настоящей статье ставится цель произвести энергетический анализ преобразования энергии волн с применением параллельного манипулятора и на этой основе автоматизировать ПВлЭС для повышения эффективности преобразования энергии.

Предложенная авторами [6] динамическая модель основана на том, что поплавок при определенном направлении движения волны захватывается под поверхностью воды пространственно перемещающимися водными частицами и совершает плоскопараллельное движение. Ориентация плоскости орбиты движения водных частиц изменяется при изменении направления волн, поэтому поплавок в целом выполняет пространственное движение. При этом учитываются гидродинамические воздействия воды на поплавок. В результате аппроксимации системы нелинейных уравнений в работе [6] получены уравнения, которые позволили составить алгоритм и получить численные результаты. На рисунке 1 показана расчетная модель ПВлЭС состоящая из нижней 1 и верхней 2 платформы манипулятора соединенных актуаторами 4-8 посредством цепных соединений: 9 - двух звеньев; 10-трех звеньев; 11- четырех звеньев. Мачта 12 жестко соединяет поплавок 13 с верхней платформой 2 манипулятора. Также на рис.1,*a* показана неподвижная система координат  $C_1X_0Y_0Z_0$  связанная с неподвижной платформой манипулятора, ось  $C_1Z_0$  которой направлена вертикально вверх к поверхности воды (пл.  $C_1X_0Y_0$ ), а ось  $C_1Y_0$  располагается в первоначальном направлении волнового луча. Подвижная система  $O_1X_1Y_1Z_1$  имеет начало в центре платформы и оси, в начальном положении параллельные соответствующим осям системы  $C_1X_0Y_0Z_0$ . При этом ось  $O_1Y_1$  направлен по текущему направлению волнового луча, которое определяется углом  $\alpha$ . Центр масс поплавка с мачтой (рабочего органа) располагается на оси  $O_1Z_1$  на расстоянии  $O_1S = L_s$ . При плоскопараллельном движении РО движется с плоскостью  $O_1Y_1Z_1$  и вращается на угол  $\varphi_2$  вокруг оси  $SX_2$  параллельной оси  $O_1X_1$ .

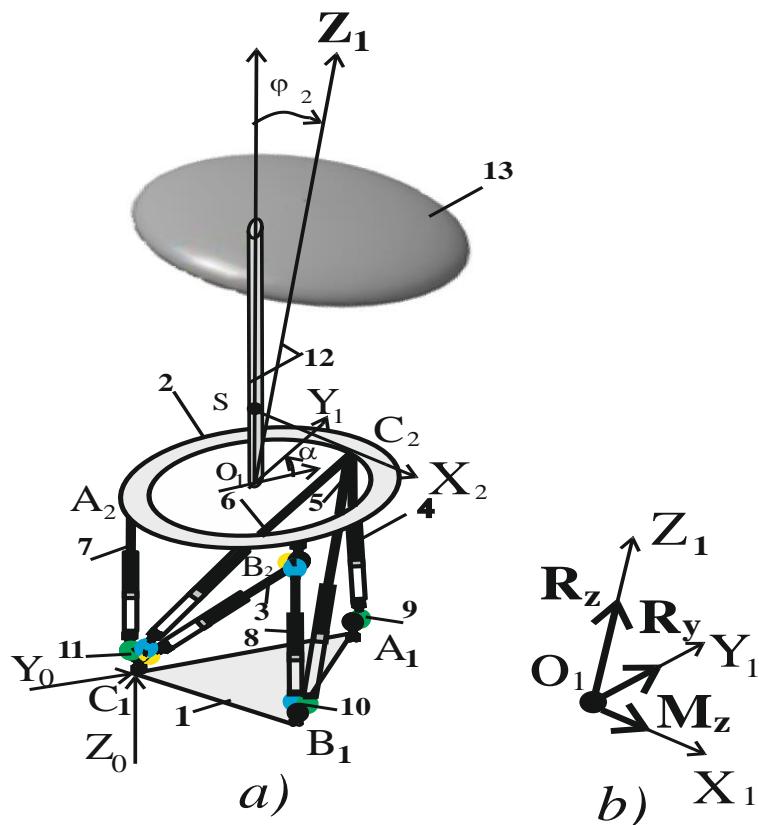


Рис. 1. Расчетная модель ПВлЭС

На рисунке 1, *b* показаны результирующие силы  $R_z$ ,  $R_y$  и момент  $M_x$  от сил действующих на рабочий орган (РО). Для положения РО определяемого углами  $\varphi_2$  и  $\alpha$ , зная скорость и угловую скорость РО, по результирующим силам  $R_z$ ,  $R_y$  и моменту  $M_x$  можно вычислить мощность (энергию) извлекаемую от движения РО под действием водной массы.

В качестве исходных данных выбраны: требуемая мощность ПВлЭС  $N=50$  кВт; высота  $H$ , длина  $L$  и период волн  $T$ , соответственно  $h=2\text{ м}$ ,  $L=10\text{ м}$ ,  $T=0.7\text{ с}$  (по данным для Каспийского моря [7]).

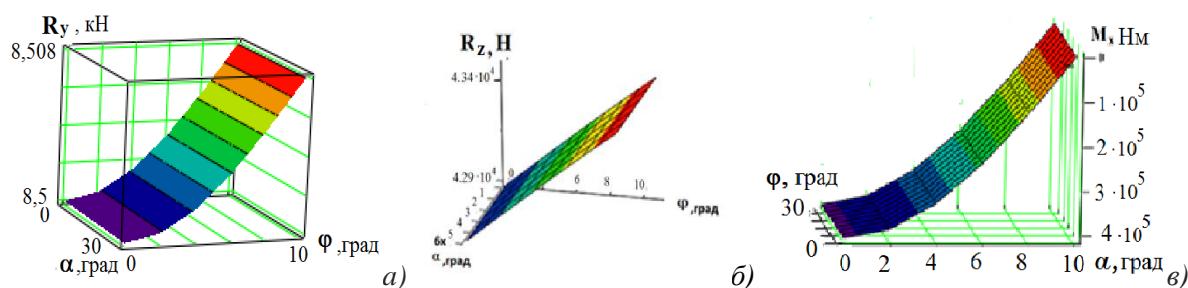
В начале определяется ориентировочная площадь поверхности поплавка по формуле

$$N_{max} = \rho \cdot g \cdot S \cdot h^2 / 4T, \quad (1)$$

где -  $\rho$  массовая плотность воды;  $g$  - ускорение свободного падения;  $S$  - площадь поперечного сечения поплавка;  $h$  - высота морской волны;  $T$  - период волнения. Определяем площадь поперечного сечения поплавка

$$S = \frac{4N_{max}T}{\rho \cdot g \cdot h^2} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 0,7}{1000 \cdot 9,8 \cdot 2,5^2} = 2,29 \text{ м}^2$$

Площадь поверхности поплавка и объем определяется из условия, чтобы под действием Архимедова силы и веса поплавка с мачтой, в исходном положении поплавок находился в наиболее удаленном от дна положении. Объем поверхности  $V$  и площадь поверхности  $S_P$  сфероидного поплавка определяются на основании размеров эллипса имеющего площадь  $S$ . Принято, что экваториальный радиус  $a=b=2,5$  м., полярный радиус  $c=0,2$  м., тогда  $V=5,24 \text{ м}^3$ ,  $S_P=40,1 \text{ м}^2$ . В качестве материала для поплавка может быть выбран поливинил хлорид ПВХ жесткий PVC-LZ (экологически чистый ПВХ) соответствует по требованиям уменьшения массы и прочности. Здесь рассмотрим, как вариант, материал поплавка из стали толщиной 3 мм. Тогда вес поплавка с мачтой можно принять для расчетов равным  $G=100$  кН. С применением компьютерных расчетов по алгоритму основанному на математической модели, разработанной в работе [6] вычислены силы  $R_z$ ,  $R_y$  и моменты  $M_x$  в зависимости от изменения угла  $\varphi_2$  и  $\alpha$  (рис. 2).



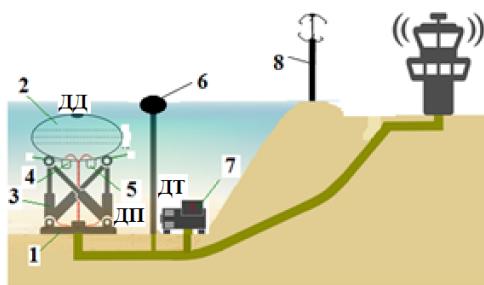
**Рис. 2.** Диаграммы сил и момента действующих на первичный преобразователь в зависимости от угла наклона  $\varphi_2$  и направления ветра  $\alpha$

Силы и моменты дают возможность вычислить энергию  $W$ , которую поплавок «извлекает» из полной энергии движения водной массы. Действительно в любой момент времени мгновенная мощность передаваемая поплавком равна

$$W = R_z \cdot v_z + R_y \cdot v_y + M_x \cdot \omega, \quad (2)$$

где  $v_z$ ,  $v_y$ ,  $\omega$ - соответственно, составляющие скорости точки  $O_1$  и угловая скорость при вращении РО вокруг центра масс. Эти кинематические и силовые параметры вычисляются по программе для момента соответствующего углу поворота РО на угол  $\varphi_2$  и направлению ветра соответствующего углу  $\alpha$ . Результаты расчетов представленные на диаграммах (рис.2) подтверждают корректность выбранной динамической модели, т.к. мощность вычисленная по формуле (2) ориентировочно соответствует выбранной мощности  $N=50$  кВт. Кроме того вычисления позволяют производить исследования и расчет конструкции ПВлЭС и определяют исходные данные для расчета системы генерирования электрической энергии.

При проектировании ПВлЭС обычно ставится задача, чтобы требуемые параметры выходной мощности, напряжения и частоты стабилизации соответствовали заданным требованиям [8]. Для этого необходимо создать систему автоматизированного управления, которая бы обеспечивала работу ПВлЭС как в автономном режиме, так и параллельно с энергосистемой, а также в сети, включая функции защиты и оперативного управления распределением электрической энергии. Будем полагать, что ПВлЭС должна функционировать в автономном режиме. На практике существуют различные способы стабилизации напряжения и частоты, например, регулирование напряжением путем управления мощностью; управление напряжением и частотой с использованием контролируемой нагрузки, применением различных электронных силовых преобразователей и другие методы.



**Рис. 3.** Модель ПВлЭС

В данной работе выбран метод регулирования путем управления мощностью преобразования энергии водной массы. При этом управление мощностью реализуется путем изменения массы поплавка в зависимости от характеристик волны. Например, при сильных волнах плавучесть поплавка уменьшается путем увеличения его массы, а при слабом волнении-наоборот. Ранее [8] предложена двух полостная конструкция поплавка, позволяющая изменять массу поплавка. Проведенные экспериментальные исследования позволили получить выражение для управляющего воздействия

направленного на автоматическое изменение массы поплавка в зависимости от высоты волны и массы поплавка.

Представленная на рисунке 3 модель ПВлЭС позволяет в наглядной форме пояснить принцип функционирования системы автоматизации. На рисунке 3 показаны нижняя платформа манипуляторного преобразователя 1 и поплавок 2 закрепленный к подвижной платформе манипулятора, непосредственно (без мачты), который в свою очередь соединен с платформой 1 с помощью шести актуаторов 3. Поплавок представляет двух полостное тело разделенное гибкой диафрагмой. Верхняя полость заполнена воздухом, давление которого измеряется с помощью датчика ДД. Нижняя полость заполняется водой от гидронасоса по каналу 4. При необходимости выпустить воду срабатывает соленоидный клапан 5.

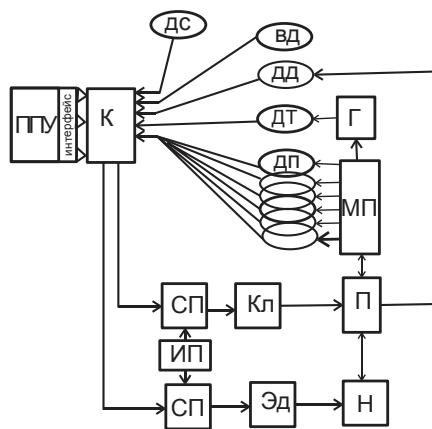


Рис. 4. Функциональная схема системы управления

Информационно-измерительная система включает датчики перемещения ДП, установленные на каждом актуаторе, а также волномер 6, анемометр 8, датчик тока ДТ генератора 8. На рисунке 4 показана функциональная схема системы автоматизированного управления ПВлЭС. Управление реализуется контроллером (К) путем изменения массы поплавка в зависимости от данных полученных о состоянии внешней и внутренней среды, через датчики информационно-измерительной системы с применением прикладной программы управления ППУ. Исполнительными устройствами являются электродвигатель (Эд) насоса (Н) и соленоидный клапан (Кл), которые управляются через силовые преобразователи (СП) и питаются от источника питания (ИП). Сведения для управления формируются датчиками внутреннего состояния: давления (ДД), установленным в полости поплавка (П) с воздухом; шестью датчиками перемещения (ДП) актуаторов манипулятора (М); датчиком тока генератора (Г). Информация о внешней среде формируется волномерным датчиком (ВД) определяющим характеристики волны и анемометром (ДС) определяющим скорость и направление ветра. Алгоритм управления основан на том, что в некотором исходном положении по данным внешней среде и известным параметрам ПВлЭС по методу предложенном в работе [8] определяется приращение массы поплавка. При положительном значении этой величины в поплавок нагнетается определенное количество воды. По обратной связи - через датчик тока контролируется требуемая выходная мощность. Дальнейшее изменение массы выполняется по интеллектуальному алгоритму предлагаемому ниже, которая входит в состав ППУ.

Одной из важных проблем, связанных с построением и эксплуатацией ПВлЭС, является создание автоматизированной системы управления, обеспечивающих желаемую эффективность функционирования [10]. Движение поплавка переменной массы по поверхности или в толще водной среды обладает рядом существенных особенностей, которые в значительной мере затрудняют построение системы автоматического управления его движением. К этим особенностям относятся: нестационарность процессов, нелинейность математической модели, стохастичность внешних возмущений и др. В этой связи для построения алгоритма управления предлагается рассматривать нечеткую модель ПВлЭС. Для разработки нечеткого управления используется графические средства расширения FuzzyLogicToolbox в среде Matlab [11]. В качестве входных лингвистических переменных выбираем высоту волны High<sub>W</sub> и количество актуаторов с максимальным перемещением Date<sub>A</sub>, а в качестве выходной переменной - изменение массы поплавка Var<sub>M</sub>. Определим кортеж лингвистических переменных показанных в таблице 1.

Таблица-1. Кортеж лингвистических переменных

Наименование ЛП	Обозначение	Терм	Универсум
Высота волны	High <sub>w</sub>	T <sub>1</sub> {«litl», «medium», «high»}	[0,2]
Количество актуаторов	Date <sub>A</sub>	T <sub>2</sub> {“Not”, “Yes”}	[0,6]
Изменение массы поплавка	Var <sub>M</sub>	T <sub>3</sub> {“reduct”, “norm”, “increase”}	[-1,1]

На рисунке 5, а представлен редактор системы FIS. Для каждого из термов выбрана функция принадлежности (Рис 5, б)

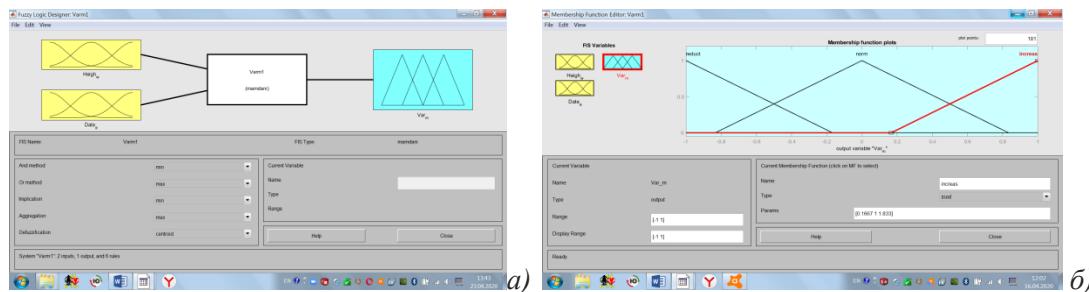


Рис. 5. Графический интерфейс редактора FIS

На основании требований к системе управления изменением массы поплавка составлены следующие шесть правил нечеткой продукции с применением редактора правил FIS(рис.6).

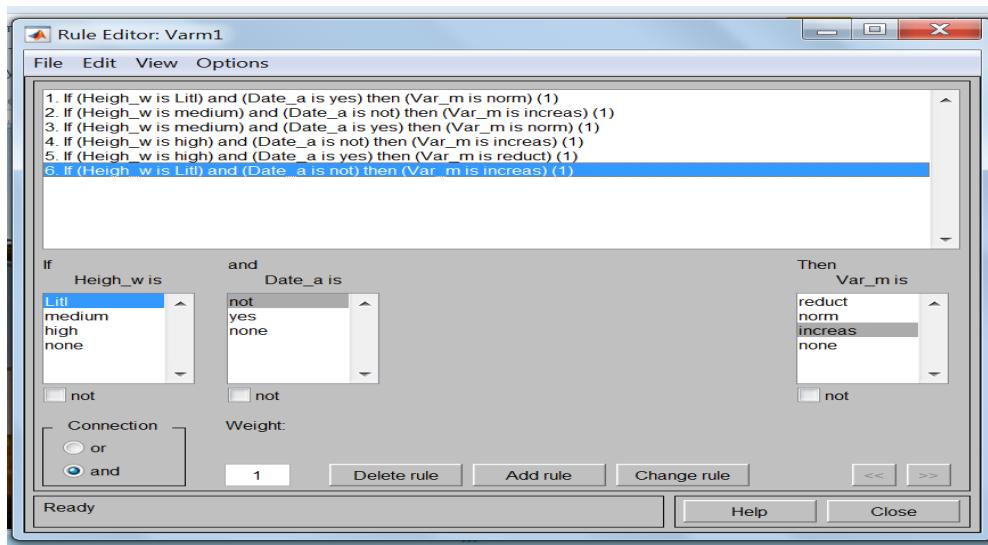
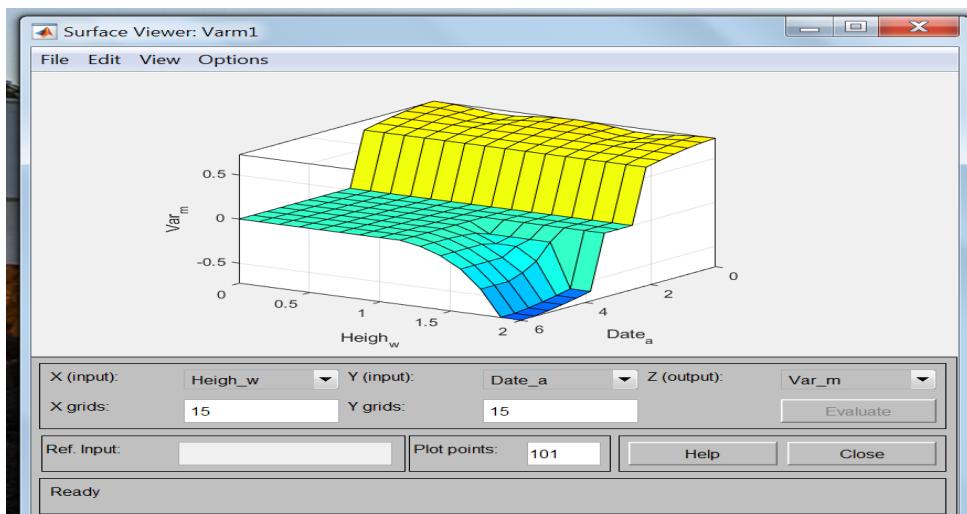


Рис. 6. Правила нечеткой продукции

Для выбора конкретных параметров системы управления изменением массы поплавка ПВлЭС использован алгоритм Мамдани, который реализует нечеткий вывод в системах правил нечетких продукции. При этом при дефазификации используется метод центра тяжести в виде

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)},$$

где  $x$ ,  $\mu(x)$ - соответственно терм и функция принадлежности терма;  $n$ -число термов. На рисунке 7 показана поверхность визуализации графика зависимости выходной переменной системы управления от входных переменных, построенная в редакторе FIS.



**Рис. 7.** Поверхность зависимости изменения массы поплавка от параметров внешнего и внутреннего состояния

Оценка результатов использования нечеткого управления изменением массы поплавка в зависимости от показания внешней среды (высоты волны) и внутреннего состояния системы (по показаниям датчиков перемещений в актуаторах) показывает, что не управляемых ситуаций нет, т.к. поверхность сплошная; с другой стороны график достаточно точно отображает ситуацию-это следует из того, что окраска поверхности имеет светлые тона. Следовательно, созданный алгоритм управления, основанный на системе нечеткого вывода, может быть использован для автоматизации изменения массы поплавка.

### Заключение

На основании ранее разработанной динамической модели рабочего органа ПВлЭС (поплавка с мачтой) создан алгоритм и выполнены вычисления при конкретных исходных данных. Эти вычисления позволили оценить энергозатрату при преобразовании рабочим органом (РО) энергии движения водной массы. Результаты подтвердили адекватность построенной динамической модели и могут быть использованы для расчетов и исследования конструкции ПВлЭС. Для повышения эффективности функционирования предлагается применить для управления мощностью преобразования энергии водной массы метод регулирования путем изменения массы двух полостного поплавка. Сформирована информационно-измерительная система и функциональная схема системы автоматизации управления массой поплавка. Учитывая не стационарность и не определенность параметров внешнего и внутреннего состояния системы предложен алгоритм нечеткого управления.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] European Commission, “A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030”, 2014.
- [2] McCormick M. E., Ocean Wave Energy Conversion, Dover Publications, 2007, Mineola, NY, USA.
- [3] M. J. Muliawan, Z. Gao, T. Moan, and A. Babarit, “Analysis of a Two-Body Floating Wave Energy Converter With Particular Focus on the Effects of Power Take-Off and Mooring Systems on Energy Capture Analysis of a Two-Body Floating Wave Energy Converter With Particular Focus on the Effects of Power Take-Off,” 2013.
- [4] Shun Okamoto, Toshiaki Kanemoto, Toshihiko Umekage. Floating type ocean wave power station equipped with hydroelectric unit. Journal of Thermal science volume 22, pages 467–471(2013).
- [5] Sholanov K.S. Wave electric power station on the basis of a parallel manipulator. WO/2017/003273, 05.01.2017/
- [6] Sholanov K.S., Zh. Isayeva, “Submerged float wave electric power station on the basis of the manipulator converter”, International journal of renewable energy research, Vol.9, No.3, September, 2019.
- [7] Ж.Р.Исаева, Шоланов К.С. «Управляемая поплавковая волновая электростанция», Вестник ПГУ. Энергетическая серия, №4, 2019.

[8] JP.Kofoed , J. Tedd , E. Friis-Madsen , M. Nimskov.“Influence of buoyancy control efficiency on energy generation by the NissumBredning Wave dragon prototype”, Proceedings of the seventeenth international conference on offshore and polar engineering, Lisbon, Portugal( 2007 ) , pp. 497 – 504.

[9] C. Boström , R. Waters , E. Lejerskog , O. Svensson , M. Stålberg , E. Strömstedt , et al. “Investigation of a wave energy Converter associated with a nonlinear load”, IEEE Journal of Oceanic Engineering , 34 (2) (2009), с. 123 – 127.

[10] T.K Sai1 and K.A. Reddy.“Fuzzy applications in a power station”, International Journal on Soft Computing (IJSC) Vol.6, No. 2, May 2015.

[11] Ульянов С.В. и др. Интеллектуальное робастное управление: технологии мягких вычислений, М.: ВНИИгеосистем, 2011. 408 с.

Шоланов К.С., Исаева Ж.Р.

**Толқындық электр станциясының құбылысын интеллектуалды түрде басқарудың алгоритмін жасау**

**Түйіндеме.** Толқындық энергия объектілері, қалқымағы толқындық электр станциялары - қоршаган ортаға айтарлықтай әсер ету жағдайында жұмыс жасайтын динамикалық жүйелер. Сыртқы бұзылулардың болуы - толқындар, токтар, агрессивті орта тиімді жұмыс істеу мүмкіндігін азайтады. Бұл объектінің өнімділігін, пайдалану сенімділігін және басқа да маңызды сипаттамаларын төмендетеді. Мақаланың мақсаты - су асты жүзу станциясының (PVIES) құралдары мен басқару жүйесін жетілдіру. Осы мақсатқа жету үшін су массасының қозғалысының энергиясын түрлендіру кезіндегі энергия шығынын есептеу алгоритмі ұсынылады, ПВлЭС қозғалысына интеллектуалды автоматты басқару жүйесін құру және енгізу жүзеге асырылады.

**Түйінді сөздер.** Қалқымағы толқын электр станциясы, басқару жүйесі, энергияны тұтыну, анық емес логикалық әдіс, қоздырғыш, су массасы, байланыс алгоритмі

ОӘЖ 68.39.13:68.41.33

**A. Ismailova<sup>1</sup>, A. Mukhanova<sup>2</sup>, A. Utegenova<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>S.Seifullin Kazakh AgroTechnical university, Kazakhstan, Nur-Sultan

<sup>2</sup>L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan

a.ismailova@mail.ru)

### **EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSING ANIMAL DISEASES**

**Abstract.** This article discusses the implementation of the expert system of diagnosis of diseases of cattle. Currently, there is a lack of well-trained veterinary specialists, which leaves unsatisfactory needs of many farmers. To eliminate these shortcomings, an expert system for diagnosing animal diseases should be developed. In addition, the architecture of the expert system for diagnosing animal diseases is provided. The process of work and solutions of the expert system of diagnostics of animal diseases is described. The structure of ontology formed in common diseases of cattle is presented. From the Central database developed a web service RESTAPI transfer of updated data to the software product "veterinary tablet".

**Key words:** Expert system, knowledge base, system architecture, database, diagnostics, veterinary tablet, ontology

**А. А. Исмаилова<sup>1</sup>, А.А. Муханова<sup>2</sup>, А.Е. Отегенова<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,

<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Қазақстан, Нұр-Сұлтан. a.ismailova@mail.ru)

### **МАЛ АУРУЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУДЫҢ САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕСІ**

**Андратпа.** Бұл мақалада, ірі қара мал ауруларын диагностикалауда, сараптамалық жүйені жүзеге асыру қарастырылады. Қазіргі таңда жақсы дайындалған ветеринар мамандардың жетіспеушілігі байқалады, бұл көптеген фермерлердің қажеттіліктерін қанағаттанғысыз қалдырады. Бұл кемшілікті жою үшін мал ауруларын диагностикалаудың сараптамалық жүйесі әзірленуі тиіс. Сонымен катарап, мал ауруларын диагностикалаудың сараптамалық жүйесінің архитектурасы қарастырылған. Мал ауруларын диагностикалаудың сараптамалық

жүйесінің жұмыс процесі және шешімдері сипатталған. Ирі қара малының жалпы ауруларында құрылған онтология құрылымы көрсетілген. Орталық базадан "ветеринар планшеті" бағдарламалық өніміне жаңартылған деректерді берудің RESTAPI веб-сервисі әзірленген.

**Кілттік сөздер:** Сараптамалық жүйе, білім қоры, жүйе архитектурасы, деректер қоры, диагностика, ветеринар планшеті, онтология.

Ауыл шаруашылығы саласының өндірістік үдерістерін оңтайландырудың жалғыз тез шешімі болып заманауи және озық технологияларды трансфертеу болып табылады. Технологияларды тиімді трансфертеудің өзекті мәселелерінің бірі, ол ауыл шаруашылығына цифрандыру мен интернетті үдайы енгізуі қамтамасыз ететін технологиялық компетенциялардың болмауы. Мәселе шешілген жағдайда бұл сала, ауыл шаруашылығы 4.0 атрибуттары болып табылатын, өнімділіктің еселеп өсуі және өндірістік емес шығындардың азаюы салдарынан, жоғары технологиялық бизнеске айналады.

Мал шаруашылығы саласындағы ғылыми жетістіктер мен электронды технологиилар құнының төмендеуі, физиологиялық параметрлар, өндірістік көрсеткіштер және мінез-құлықтық белгілер сияқты мәліметтерді автоматты түрде жинайтын «сенсорлы шешімдерді» әзірлеуге мүмкіндік берді. Мұндай мәліметтер, ерте кезден жекелеген жануарлардың денсаулық мәселесін анықтауға мүмкіндік беріп, шешім қабылдау үдерісіне потенциалды көмектесу мүмкін.

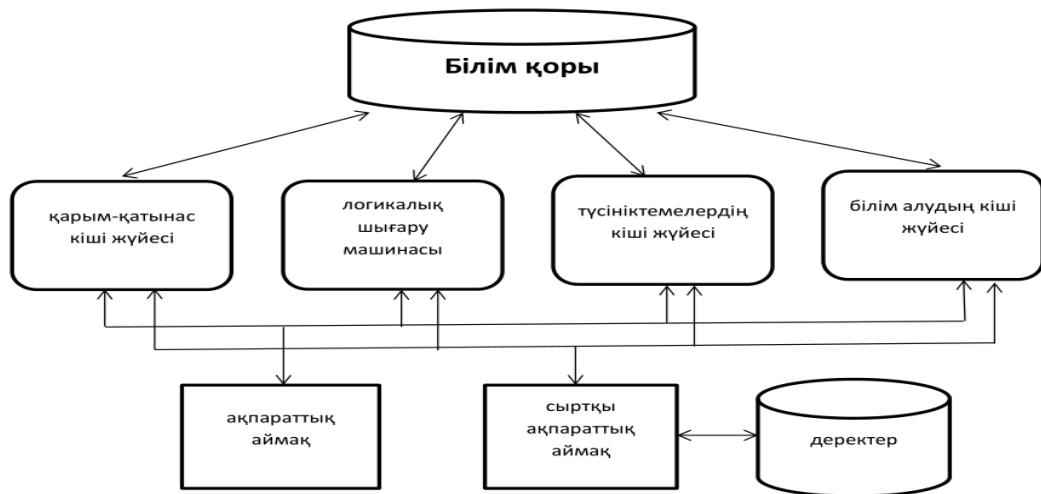
Аталған жұмыс "ақпараттық технологиялық топтың қатысымен, Солтүстік Қазақстанның сұт фермаларында өндірістік үдерістерді оңтайландыру үшін инновациялық технологииларды трансфертеу және бейімдеу "бағдарламасы шенберінде орындалды. Сараптамалық жүйенің басты міндеттерінің бірі «ветеринар планшетін» дайындау болып табылады.

Сараптамалық жүйе құрылымындағы білім базасы. Сараптамалық жүйелер жасанды интеллекттің неғұрлым перспективалы саласы бола отырып, барынша үлкен мәнге ие және практикада (медицинада, химияда, өнеркәсіпте және т.б.) неғұрлым кең қолданыс табады. Негізінен, олар сарапшылары сияқты, логикалық қорытынды және жан-жақты білімді пайдалану арқылы белгілі бір сала мәселелерін шешетін жасанды интеллекттің түрлі әдістерінің көмегімен орындалған интеллекті компьютерлік бағдарламалар болып табылады. Бұл жүйелердің "интеллекті" айтارлықтай дәрежеде қолдану саласындағы білімге негізделген болғандықтан (яғни білімнің ауқымды негізінде), оларды білімге негізделген жүйелер деп жиі атайды. Сараптамалық жүйелер пайдаланушыға өзінің қорытынды тәсілін, проблеманы шешу тәсілін, атап айтқанда мақсатқа қол жеткізу рәсімін және осы рәсімде пайдаланылатын тиісті фактілер мен білімді қалай түсіндіретінін біледі. Олар тіпті толық емес немесе дұрыс емес деректер негізінде (сарапшылар ретінде) қорытынды жасай алады. Сараптама жүйелерінің архитектурасы қолдану саласына байланысты және тұрақты зерттеулер мен жетілдіруге әсер етеді.

Білім базасы сараптама жүйесінің маңызды компоненттерінің бірі болып табылады. Сараптама жүйесін құру кезінде бұл қебінесе ең құрделі және көп еңбекті қажет ететін кезең. Білім базасы нақты пәндей сала бойынша білім негізінде қарастырады:

- фактілер
- ережелер (жалпыға белгілі және жалпы қабылданған білім)
- эвристикалық ( сарапшылардың тәжірибесі мен терең білімі және осы білім негізінде шешім қабылдау және шығару әдістері)[1].

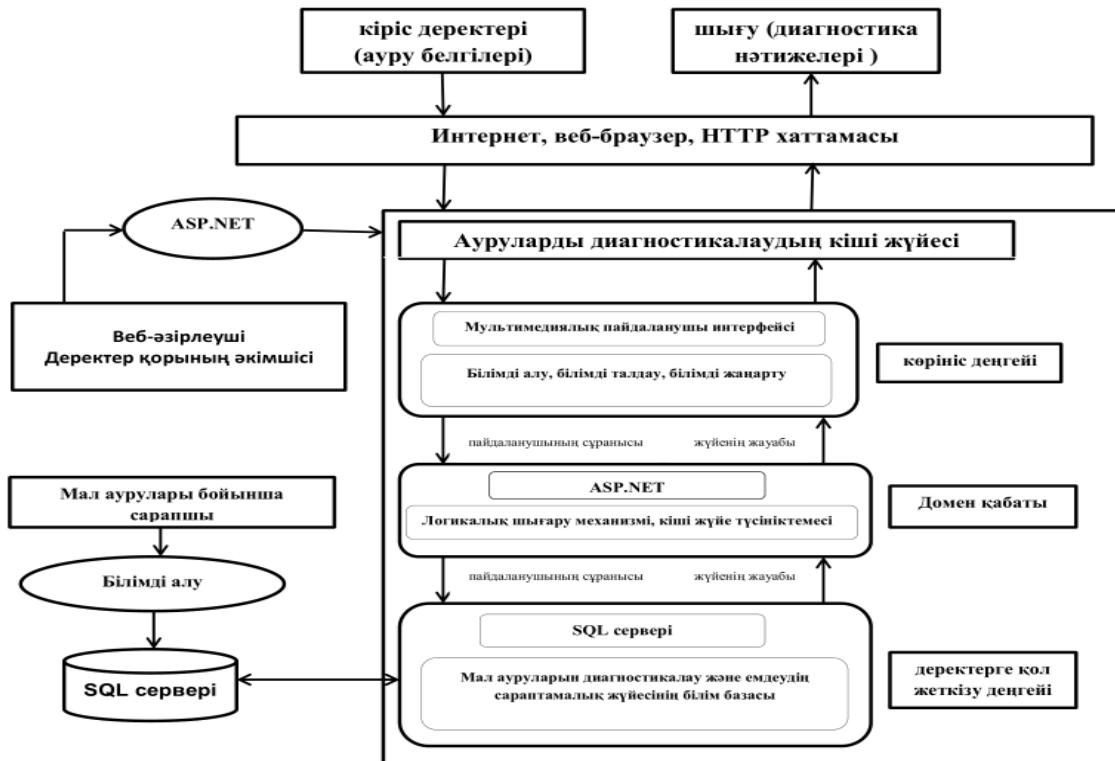
Диагностиканың жаңа әдістерін дамыту, сондай-ақ қолданыстағы әдістердің мүмкіндіктерін кеңейту ветеринарияда өзекті міндет болып қала береді. Жаңа диагностикалық және емдік технологиялардың пайда болуы медициналық деректерді жинақтау, сактау және бірнеше рет пайдалану мүмкіндігімен деректерді өңдеу және түсіндіру үшін жасанды интеллект әдістерін пайдалануды талап етеді. Осы саладағы ең тиімді құралдардың бірі сараптамалық жүйелер болып табылады [2]. Олар жануарларды қуәландыру кезінде шешім қабылдау процесін автоматтандыруға, пайдаланушының біліктілік деңгейін тәжірибелі сарапшылар деңгейіне дейін арттыруға мүмкіндік береді. Есептеу техникасының үздіксіз дамуы осында жүйелердің әлеуетті мүмкіндіктерін кеңейтеді, осыған байланысты осы саладағы білімді үнемі толықтыру қажет[3].



1-сурет. Сараптамалық жүйе құрылымындағы білім базасы

Мал ауруларын диагностикалаудың тиімді және дәл сараптамалық жүйесін жобалау және әзірлеу мал өнеркәсібі алдында тұрган ағымдағы проблемаларды шешу үшін перспективалы стратегия болып табылады. Мұнда біз мал ауруларын зерттеу объектісі ретінде қарастырамыз, деректер базасын құру үшін онтологияның обьектілі-бағытталған әдісін ұсынамыз.

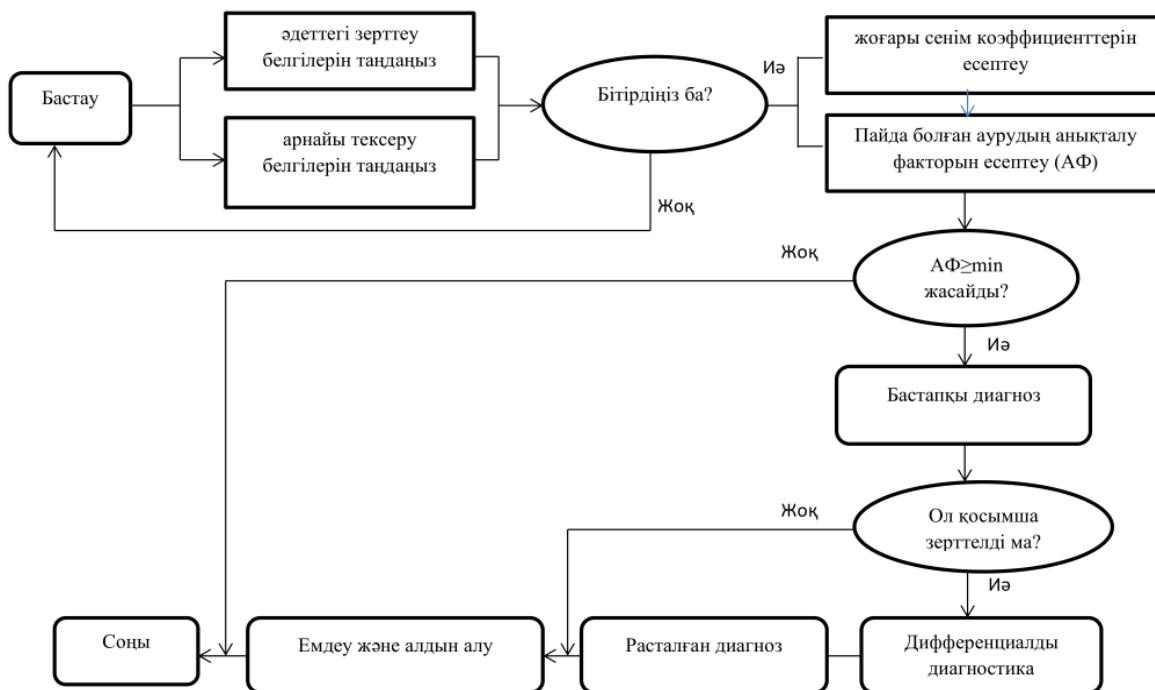
Жүйенін архитектурасы және шығару процесі. Сараптама жүйесінің қосымшасы C#, SQL server 2008 және visual studio 2008 бағдарламалар тілін қолдану арқылы әзірлеуге болады. C# бағдарламалар тілі деректер қорының серверлеріне арналған негізгі тіл болып табылады [4]. SQL Server-бұл деректерді сақтау мен шығаруды жөнделететін реляциялық деректер қорын басқару жүйесі.



2-сурет. Мал ауруларын диагностикалаудың сараптамалық жүйесінің архитектурасы

Сараптама жүйесінің архитектурасы 2-суретте көрсетілген. Ауруларды диагностикалаудың кіші жүйесі негізінен көріну, домен және деректерге қол жеткізу деңгейлерінен тұрады. Диагностикалық

функцияларға пайдаланушы интерфейсі, шешім шығару қозғалтқышы, түсінік жүйесі және білім базасы және т. б. арқылы қол жеткізілді.

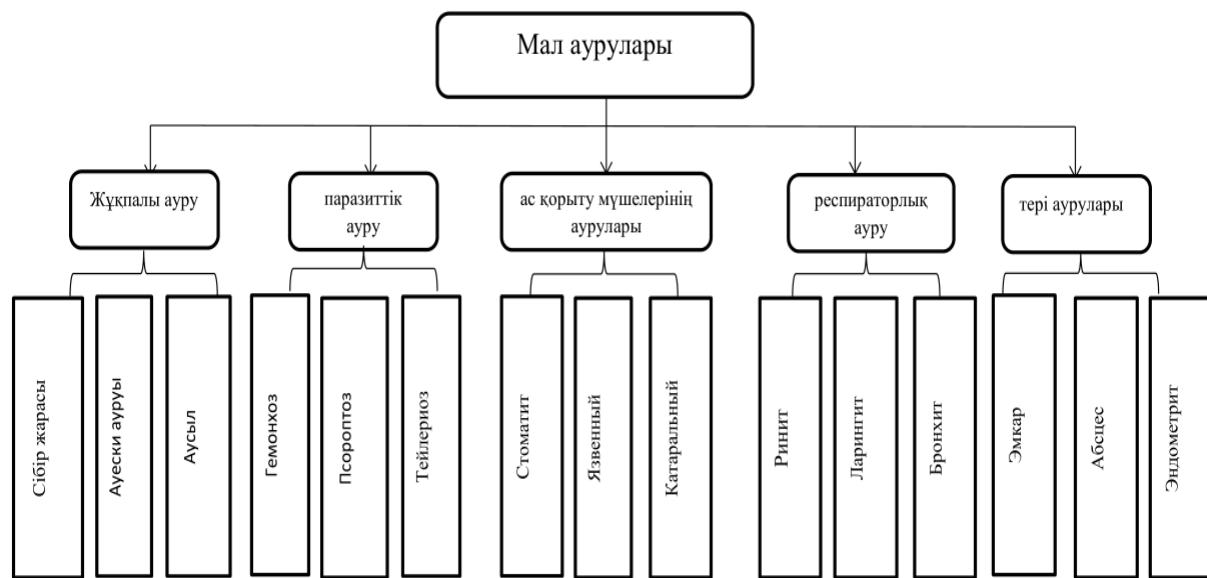


**3-сурет.** Мал ауруларын диагностикалаудың сараптамалық жүйесінің жұмыс процесі және шешімдері

Содан кейін пайдаланушылар шешім қабылдау процесінің көмегімен диагнозды анықтау үшін сараптама жүйесіне қол жеткізе алады, ол фактілерді ережелермен автоматты түрде салыстырады, олардың қайсысы негұрлым релевантты болып табылатындығын анықтайды. Мал ауруларын диагностикалаудың сараптамалық жүйесі қолданатын шығару процесі 3-суретте көрсетілген.

Білім базасында білім беру моделі. Білім базасы сараптама жүйесін әзірлеу циклінің маңызды кезеңдерінің бірі болып табылады. Білім базасы үшін көптеген әдістемелер әзірленеді. Кейбір жиі қолданылатын әдістер сұхбат, бақылау және тақырыптық зерттеулердің сараптамалық шолуларын қамтиды [5]. Білім алу процесін бастамас бұрын осы проблеманы тиімді және дұрыс шешу үшін қандай ақпарат қажет екенін анықтау маңызды.

Мал ауруларының кең спектріне байланысты аурудың алғашқы себебі жиі, күрделі және уақыт өте келе дамуы мүмкін. Сонымен қатар, сиыр малының физикалық жағдайы, азықтануы және жасы осы аурудың пайда болуына және дамуына әсер етеді. Аурудың ауырлығы, қоршаған орта және басқа да ауыспалы факторлармен байланысты. Сондықтан сиыр ауруларының диагностикасы өте күрделі мәселе болып табылады. Онтологиялық методология және объектілі-бағытталған технология ірі қара аурулары туралы білімдерді концептуализацияланған және формалданған үлгіге абстракциялау үшін қолданылады. Содан кейін моделді ұйымдастыру және құрылымы білім базасын құру үшін бөлінеді. Бұл онтология білім базасын құрудың объектілі-бағытталған әдісі. Онтология үғымы алғаш рет 1993 жылы Грубер болып анықтады [6]. Басқаша айтқанда, онтология - бұл нақты концептуализация ерекшелігі. Онтология жасанды интеллект саласындағы білім базасының құрылымын зерттеу теориясына жатады. Жасанды интеллект жүйесі объектілі-жіктелуін, объектілідердің атрибуттары мен нақты білім саласындағы объектілер арасындағы өзара байланысты зерттейді. Бұдан әрі процесс ұғымдарды, терминдерді және олардың өзара байланысын стандартталған сипаттау арқылы нақты саладағы білім жүйесін сипаттайтын. Ирі қара малының жалпы ауруларында құрылған онтология құрылымы 4-суретте көрсетілген.



**4-сурет.** Сиыр малының кең таралған аурулары сыйыптарының онтологиясы

Саралтау жүйелері ұзақ уақыт бойы ветеринарияда ауруларды диагностикалау үшін қолданылып келеді. Диагностикалық және емдік шешімдерді қабылдау қын, әсіресе бастауыш дәрігер-мамандар үшін. Жоғары деңгейдегі сарапшы-дәрігерлер жинақтаған айтарлықтай тәжірибе мен білім оларға көптеген жағдайларда дұрыс диагностикалық және емдік шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Шешім қабылдау пациент туралы белгілі бір ақпаратты өндеу нәтижесі болып табылатындықтан және жинақталған білімді пайдалануға негізделгендейді, жасанды интеллекттің компьютерлік жүйелері, атап айтқанда, сараптамалық жүйелер (немесе білімге негізделген жүйелер) диагностика міндеттерін шешуде және емдеу тактикасын таңдауда дәрігерге көмектесе алады деп күтүте болады[7]. Компьютер жадында сақталған сарапшылардың біліміне сүйене отырып, медициналық сараптама жүйесі дәрігерге қандай да бір диагноздарға немесе синдромдарға тән клиникалық жағдайларды "тануға" көмектесе алады, соғыларына жүйе ұсынған тиісті диагностикалық немесе емдеу шешімін қабылдау немесе қабылдамау құқығын қалдыра алады.

Бүгінгі таңда, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің ақпараттық технологиялық тобы үлкен жұмыс атқарды, атап айтқанда, ветеринар планшеті үшін білім қорын толтыруды.

Орталық базадан "ветеринар планшеті" бағдарламалық өніміне жаңартылған деректерді берудің REST API веб-сервисі әзірленді. "Ветеринар планшеті" ПП пайдаланушылық интерфейсінің дизайны әзірленді ("Figma" прототиптеу ортасында), бағдарламалық өнімнің бірінші нұсқасының функционалдық мүмкіндіктері анықталады: ауруларды іздеу және қарau, аурулардың алдын алу, ветеринарлық препараттар, ветеринарлық объектілер, аурулардың диагностикасы (симптомдары мен зақымданулары бойынша), сондай-ақ жануарлар туралы мәліметтерді қарau ("табынды басқару" бағдарламалық өнімімен интеграциялау).

Ауыл шаруашылығы жануарларымен жұмыс істейтін ветеринариялық дәрігер үшін көпфункционалды құрал қажет, ол өзінің функциясы арқылы ветеринариялық дәрігердің еңбек тімділігін жақсартады және ауыл шаруашылығы жануарларының белгілі бір ауруларын диагностикалау, емдеу, алдын алу және жою кезінде дұрыс қабылданған шешімдер арқылы оның өнімділігін арттырады.

Осы ғылыми бағдарлама Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы саласындағы сандық технологияларды қолдану саласындағы үздік тәжірибелі енгізуге және бейімдеуге бағытталатын бірінші кешенді шешім болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] S. Šimundiæ, A. Munitiæ, "The Knowledge Basis in the Expert System Structure for the Ship Construction Phase", Symposium ELMAR'94, Zadar, 1994, p.p. 30-308.
- [2] Ч. Петзолд Программирование для Windows 95; в двух томах - СПб.: ВНВ - Санкт-Петербург, 1997

- [3] Подбельский В.В., Фомин С.С. Программирование на языке Си: Учеб. Пособие. – 2-е доп. Изд. – М: Финансы и статистика, 2002. – 600с.
- [4] Li G, Zhang Q, Chen D, et al. Design and implementation of monitoring interface for combustion process using C# language. In: IEEE, conference on industrial electronics and applications, Hefei, China. p.1741-3.
- [5] Leu George, Abbass Hussein. A multi-disciplinary reviewof knowledge acquisition methods: from human to autonomous eliciting agents. J Knowledge-BasedSyst 2016;105(C):1-22.
- [6] Gruber TR. A translation approach to portable ontology specifications. J Knowledge Acquisitions 1993;5(2):199-220.
- [7] Угринович Н. Информатика и информационные технологии. Набор базовых знаний. М., Радио и связь, 2000.
- [8] Омаров С. К. Сельское хозяйство под «цифру». – 2017. – URL: <https://www.kazpravda.kz/articles/view/selskoe-hozyaistvo-pod-tsifru/> (дата обращения: 12.04.2019)
- [9] Садуакасова К. Ж. Автоматизация процессов управления и информационного обеспечения системы АПК // Вестн. КазЭУ. Сер. экон. – 2010. – Т. 1. № 2. - С. 12-13
- [10]Развитие и внедрение информационных технологий в сельском хозяйстве. – 2015. – URL: [https://studbooks.net/61366/informatika/razvitie\\_vnedreniya\\_informatsionnyh\\_tehnologiy\\_v\\_selskom\\_hozyaystve](https://studbooks.net/61366/informatika/razvitie_vnedreniya_informatsionnyh_tehnologiy_v_selskom_hozyaystve) (дата обращения: 11.05.2019)
- [11]ИТ в агропромышленном комплексе России. – 2018. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ\\_в\\_агропромышленном\\_комплексе\\_России](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИТ_в_агропромышленном_комплексе_России) (дата обращения: 19.05.2019)
- [12]Агросигнал Контроль и учет сельхозработ. – 2018. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Агросигнал\\_Контроль\\_и\\_учет\\_сельхозработ](http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Агросигнал_Контроль_и_учет_сельхозработ) (дата обращения: 19.05.2019)
- [13]Основные преимуществаиспользования ИТ в агросекторе. – 2017. – URL:[https://forbes.kz/process/technologies/10\\_prichin\\_ispolzovat\\_it\\_v\\_agrosektore/](https://forbes.kz/process/technologies/10_prichin_ispolzovat_it_v_agrosektore/) (дата обращения: 30.05.2019)
- [14]Солнышков, Ю.С. Количественное обоснование решений / Ю.С. Солнышков. - М.: Знание, 2016. - 688с.
- [15]Уотерман, Д. Построение экспертных систем / ред. Ф. Хейес-Рот, Д. Уотерман, Д. Ленат. - М.: Мир, 2013. - 441 с.

Исмаилова А. А., Муханова А.А., Өтегенова А.Е.

**Экспертная система диагностики болезней животных**

**Резюме.** В данной статье рассматривается реализация экспертной системы диагностики болезней крупного рогатого скота. В настоящее время наблюдается недостаток хорошо подготовленных ветеринарных специалистов, что оставляет удовлетворительные потребности многих фермеров. Для устранения этих недостатков должна быть разработана экспертная система диагностики болезней животных. Также, предусмотрена архитектура экспертной системы диагностики болезней животных. Описан процесс работы и решения экспертной системы диагностики болезней животных. Представлена структура онтологии, образованная при общих заболеваниях крупного рогатого скота. Из центральной базы разработан веб-сервис RESTAPI передачи обновленных данных на программный продукт "ветеринарный планшет".

**Ключевые слова:** Экспертная система, база знаний, архитектура системы, база данных, диагностика, ветеринарный планшет, онтология.

DOI: 10.31643/2019/6445....

UDC 669.85/.86: 553.3/.4(574)

IRSTI 53.37.35

**Kh. A. Yusupov, E.U. Omarbekov**

**THE EFFECT OF «PUMPING WELLS» PROCEDURE ON THE FLOW RATE  
OF EXTRACTION WELLS**

**Abstract.** Study of application of «pumping wells» when mining of uranium deposits by in-situ leaching (ISL) to the mine "Karatau" under conditions of high pressure of groundwater character was performed. The operating «Karatau» mine is located in a deserted, inaccessible, sparsely populated area in the southwestern part of the Shu-Sarysu depression in the territory of the Suzaksky district, Turkestan oblast.

The «Karatau» deposit differs from other deposits in that self-pouring of geotechnological wells with a statistical level of +20 m is observed at all sites. The use of traditional technology for such deposit leads to excessive material and labor costs. Therefore, the technology of "pumping wells" is proposed. It is shown that the use of "pumping wells" procedure leads to achieving a uniform flow rate of extraction wells, reduction in the purchase of the cable production costs for the purchase of submersible pumps and wells in the end cap.

**Key words:** in-situ leaching (ISL), «pumping wells», extraction wells, injection well, static level.

**Юсупов Х. А., Омарбеков Е. У.**

(Satbayev University, Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова,  
Алматы, Казахстан)

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «НАСОСНЫХ СКВАЖИН» НА ДЕБИТ ОТКАЧНЫХ СКВАЖИН**

**Аннотация** В данной работе приведены результаты исследований применения «насосных скважин» при отработке месторождений урана методом подземного выщелачивания (ПСВ) на руднике «Каратай» в условиях высоконапорного характера подземных вод.

Действующий рудник «Каратай» находится на территории расположенного в пустынной, труднодоступной, малонаселенной местности в юго-западной части Шу-Сарысуйской впадины на территории Сузакского района, Туркестанской области. Рудник «Каратай» отличается от других месторождений, тем, что на всех участках наблюдается самоизлив геотехнологических скважин, статистический уровень которых - +20 м. Применение традиционных технологий для такого месторождения приводит к излишним материальным и трудовым затратам. Поэтому предложена технология «насосных скважин». Показано, что применение технологии «насосных скважин» приводит к достижению равномерного дебита откачных скважин, снижению затрат на закупку кабельной продукции, на приобретение погружных насосов и на оголовники в скважинах.

**Ключевые слова:** подземного скважинного выщелачивания (ПСВ), «насосные скважины», откачные скважины, закачные скважины, статистический уровень.

### **Введение**

В недрах Казахстана сосредоточено около 25% мировых запасов урана, причем около 74% из них пригодны для добычи методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) [1]. Выполнение программы развития отрасли, разработанной правительством республики, позволило занять Казахстану первое место в мире по добыче урана. Такое достижение было бы немыслимо без совершенствования техники и технологии при ПСВ урана [2,3,4].

Самые большие запасы урановой руды сконцентрировались в Чу-Сарысуйской провинции. Чу-Сарысуйская провинция представляет собой артезианский бассейн, сформировавшийся в крупной депрессионной структуре платформенного типа. Месторождения локализуются в проницаемых терригенных образованиях верхнего мела и палеогена, имеют полихронный неоген-четвертичный возраст оруденения и размещены на фронте региональных зон пластового окисления. Урановые залежи непрерывно прослежены вдоль этих фронтов на десятки километров, что обусловило крупные и уникальные масштабы месторождений (более 100 тыс. тонн урана). Анализ горно-геологический условий месторождения показывает, что на технологию добычу значительно влияет статистический уровень подземных вод, которая способствует снижению затрат на откачуку продуктивного раствора. Несмотря на это выщелачивание урана производится традиционным способом, что приводит излишним материальным затратам.

Способ подземного выщелачивания, в настоящее время, является одним из наиболее перспективных методов добычи урана, а также ряда других редких и цветных металлов. При разработке месторождений полезных ископаемых методом подземного выщелачивания происходит воздействие на залежь на месте её залегания с целью перевода полезных компонентов в раствор и последующее их извлечение, как правило, через скважины, буримые с поверхности до места расположения залежи. Подземное выщелачивание является более привлекательным и эффективным, по сравнению с традиционными способами добычи, при разработке бедных месторождений, а также глубокозалегающих месторождений, характеризующихся сложными гидрогеологическими и горно-технологическими условиями. В настоящее время около четверти всего урана добывается методом подземного выщелачивания.

Главными факторами, при использовании метода ПСВ являются: проекция рудной залежи на дневную поверхность, что определяет места расположения скважин и инфраструктурных объектов; заданная производительность перерабатывающего комплекса - количество откачных и закачных скважин.

Уровень воды в скважине – это из главные ее параметров, который необходимо знать для определения дебита и при выборе насосного оборудования. Различают статический и динамический уровни. Статический уровень воды устанавливается в скважине после простоя без откачки в течении более одного часа [5]. Суть такого статичного положения скважины в том, что забойное давление, то есть давление водного столба внутри скважины, уравновешивает пластовое давление, под которым находится вода в водоносном слое. Таким образом, возникает равновесие и уровень воды перестает подниматься.

На месторождении «Буденновское», в основу стратиграфического расчленения разреза положены принципы цикличности и ритмостратиграфии с использованием данных каротажей, а также палеонтологические определения возраста и анализы вещественного состава глин и песков. В районе месторождения выделяются три горизонта верхнего мела (снизу вверх): мынкудукский, инкудукский и жалпакский. Воды горизонта напорные. Пьезометрический уровень располагается от 30 м выше поверхности земли в северной части до неглубокого его залегания (до 23 м) в южной части [6].

С учётом геолого-гидрогеологических условий рудовмещающего горизонта залежи №2 и фактической производительности откачных и закачных скважин для действующих технологических блоков принят дебит откачных скважин порядка 10 м<sup>3</sup>/час, отсюда приёмистость закачных скважин – 3,8:4,3 м<sup>3</sup>/час. Практикуемая схема обвязки технологических блоков, в котором верхней части откачной скважины располагается погружной насос, что является причиной разбуривания части скважины большим диаметром, «обсаживать» трубами большего диаметра, оборудовать верхний торец скважины соответственно более дорогим оголовком. Кроме того, к месту расположения технологического узла и каждой скважины от трансформаторной подстанции (ТП) и от узлов распределения растворов прокладываются электрокабели. Все эти дополнительные затраты представляются неизбежными, так как места расположения откачных скважин определены морфологией рудного тела и необходимостью задавать растворам под землей вектор их движения с использованием погружного насоса.

### Экспериментальная часть

Совершенствование схема обвязки исследуемого блока, суть альтернативного предложения: откачные скважины сооружаются в формате закачных; вблизи от трансформаторных подстанций глубиной 50 -100 метров сооружаются «насосные скважины», оборудованные глухой без фильтровой колонной, в них располагаются погружные насосы. Суммарная мощность насосов равна - оптимальной при традиционной схеме обвязки.

Экспериментальный блок находился на участке №2 рудника «Каратай». Площадь блока 40500 квадратных метров, руда представлена твердыми породами, мощность водоносного горизонта 8-12 м, глубина залегания 650-710 м. Средняя глубина скважин: 690 метров, статический уровень подземных вод: от +20 метров и выше от поверхности земли, динамический уровень подземных вод: до -15 метров.

На экспериментальном блоке 30 закачных скважин, 14 откачных скважин, расстояние между закачной и откачной скважинами 30 метров. Принята рядная схема вскрытия. Бурение осуществляется буровым станком БПУ-1200М (передвижная буровая установка).

Откачные скважины сооружаются в формате закачных (рисунок 1), обсаживается трубой ПВХ, диаметром 89 мм и фильтром – КДФ 118.

«Насосные скважины» с откачными соединены шлангами и представляют собой систему сообщающихся сосудов. Необходимым условием при этом должен быть – положительный напор подземных вод над дневной поверхностью (самоизлив) и расположение насоса ниже динамического уровня. Максимальное число таких насосных скважин – пять на технологический блок. Производительность по потоку в откачных скважинах при этом регулируется с помощью запорной аппаратуры. Применение насосных скважин наряду с прямым экономическим эффектом позволяет в функциях откачных скважин использовать на разных стадиях отработки блока любые комбинации закачных скважин.

Глубина, м.	Геологическая колонка	ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ							ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ				Примечание
		Проектное положение фильтра		Интервал гидроизоляции, гравийной обсыпкой		Конструкция скважины	Комплексировка бурового снаряда	Скорость вращения шпинд. об/мин.	Осьное давление МПа кг/к.	Вид, параметры промывки жидкости л/мин давл. кгс/см			
		от	до										
50	Пески мелковенистые карбонатизированные с прослойками карбонатизированных глин.	210	Возможен самоизлив	ПХВ 90x8,0	Ø 215	Ø 215	Ø 161	Ø 161-215 мм, УБТ-73 I = 6-12 м СБТМ - 50	Глинистый раствор g = 1,18-1,25 г/см³ T = 22-24 сек V = 15-20 см³/мин P = 40-50	Глинистый раствор g = 1,18-1,25 г/см³ T = 22-24 сек V = 15-20 см³/мин P = 40-50	Глинистый раствор g = 1,18-1,25 г/см³ T = 22-24 сек V = 15-20 см³/мин P = 40-50	1. Отклонение скважины не больше 1 метра на 100 м. 2. Интервал установки фильтров задают геологи по данным каротажа. Допустимое отклонение фактического интервала посадки фильтра 1 м. 3. Резьбовые соединения обсадных труб при обсадке смаэывать полизиобутиленом или лентой ФУМ. 4. После обсадки производится токовый каротаж на правильность установки фильтров и целостность колонны. 5. Гидроизоляция затрубного пространства — гель-цементным раствором в интервале 50-540 м. 6. Цементация в интервалах 0-50 и 540-580 м. Интервалы цементации могут варьироваться по усмотрению геолога. 7. При самоизливе применять утяжеленный глинистый раствор 1,25-1,27 г/см³.	
100													
150													
200													
250													
300													
350													
400													
450													
480													
490													
500													
510													
520													
530													
540													
550													
560													
570													
580													
590													
600													
610													
620													
630													
640													
650													
655													
660													
670													

Рис.1. Геолого–технический наряд на сооружение закачной скважины

### Обсуждение результатов

Насосные скважины с откачными соединены шлангами и представляют собой систему сообщающихся сосудов. Видимо, необходимым условием при этом должен быть - положительный напор подземных вод над дневной поверхностью и расположение насоса ниже динамического уровня. Минимальное число таких насосных скважин – одна на технологический блок. Производительность по потоку в откачных скважинах при этом регулируется с помощью запорной аппаратуры. Применение насосных скважин наряду с прямым экономическим эффектом позволяет в функциях откачных скважин использовать на разных стадиях отработки блока любые комбинации закачных скважин. Для получения зависимости дебита откачных скважин от применения «насосных скважин» были собраны статистические данные при отключенных насосных скважинах и работающих насосных скважинах. Производительность откачных скважин экспериментального блока при отключенных насосных скважинах и работающих насосных скважинах показаны рисунках 2,3.



**Рис. 2.** Производительность откачных скважин экспериментального блока при отключенных насосных скважинах



**Рис. 3.** Производительность откачных скважин экспериментального блока при работающих насосных скважинах

Как видно из графиков, при отключенных насосных скважинах из 14 откачных скважин дебит равен нулю, а в остальных скважинах дебит изменяется от 0,8 м<sup>3</sup> /час до 3,3 м<sup>3</sup> /час. При работающих «насосных скважинах» наблюдается равномерный дебит всех скважин, дебит изменяется от 6,0 м<sup>3</sup> /час до 13,1 м<sup>3</sup> /час.

#### Выводы

В условиях высоконапорного характера подземных вод применение технологии «насосных скважин» приводит к достижению равномерного дебита откачных скважин, уменьшаются затраты на закупку кабельной продукции, на приобретение погружных насосов (стоимость более мощного насоса намного меньше, чем стоимость нескольких, равных ему по мощности), экономятся средства на оголовниках в скважинах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Суходолов А.П. Мировые запасы урана: Перспективы сырьевого обеспечения атомной энергетики – М.: Известия ИГЭА, №4(72), 2010. – С.166-169.
- [2] Aben E., Markenbayev Zh., Khairullaev N., Myrzakhmetov S., Aben Kh.. Study of change in the leaching solution activity after treatment with a cavitator. Min. miner. depos. 2019, 13(4):114-120
- [3] Язиков В.Г., Забазнов В.Л., Рогов Е. И. и др. Геотехнология урана на месторождениях Казахстана. Алматы, Ғылым, 2001.
- [4] Khawassek Y.M., Taha M.H., Eliwa A.A. Kinetics of Leaching Process Using Sulfuric Acid for Sella Uranium Ore Material, South Eastern Desert, Egypt International Journal of Nuclear Energy Science and Engineering, V 6, 2016.
- [5] Поезжаев И. П., Абдульманова Д. М., «Исследования гидродинамики процесса выщелачивания на некоторых объектах ПСВ» // Сборник докладов III Международной научно – практической конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности», Алматы, Казахстан, 6 – 9 июля 2004.

Юсупов Х. А., Омарбеков Е. У.

**Сорғы ұнғымаларының ағын жылдамдығына «сорғыш ұнғымалар» технологиясының әсері**

**Түйіндеме.** Мақалада «Қаратай» кен орында гидрогеологиялық шарттарды (өздігінен төгілетін ұнғымалар) қолдану нәтижесінде уранды жерасты ұнғыма арқылы шаймалау әдісімен өндіру процесінде «сорғы ұнғымасы» қолданудың зерттеу нәтижелері көрсетілген.

Жұмыс жасап тұрган «Қаратай» кен орны құмды шөлейтті, алыстау орналасқан, халық саны аз Шу – Сарысу өзендерінің оңтістік-батыс бөлігіндегі Түркестан облысы, Созак ауданында орналасқан. «Қаратай» кеңіш басқа кеңіштерінен айырмашылығы, сол кеңіштің барлық бөлімдерінде геотехнологиялық ұнғымалардың өздігінен атқылау мүмкіншілігі бар, статикалық өлшемі - +20м. Қарапайым технологиясын қолдану бұл кеңішке көптеген артық шығындарға және жұмыс күшінің жұмсалуына әкеліп соғады. Сондықтан «сорғыш ұнғымалар» технологиясын қолдану көрсетілген. Көрсетілгендей, «сорапты сорғыштар» технологиясын қолдану арқылы сорғы ұнғымаларының біркелкі ағын жылдамдығына жететініміз туралы, электр сымдарының экономдау және батпалы сорап санын азайту мүмкіндегірі келтірілген.

**Түйін сөздер:** Жер асты ұнғыма арқылы шаймалау, «сорғы ұнғымасы», сорғыш ұнғымалары, айдау ұнғымалары, статикалық деңгей.

УДК / ВАК

**A.V. Solochshenko, K.M. Turzhanova, A.S. Baikenov**

(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeev, Almaty, Kazakhstan. E-mail: inferion\_kz@inbox.ru)

**RESEARCH OF SELF – ORGANIZING NETWORKS (SON) ALGORITHMS EFFICIENCY  
APPLYING ON THIRD-GENERATION MOBILE NETWORKS**

**Abstract.** The applying of SON algorithms for automation the management processes of 3G mobile networks based on the networks of operation, administration and management of OAM (Operation and Maintenance) is considered. The features of the tasks to be solved at the stages of self-optimization and network self-configuration for the various stages of the life cycle of a 3G mobile communication network are shown. Criteria and approaches to assessing the efficiency of solving problems by the SON network are proposed, as well as the technical requirements of SON algorithms are formulated. Shown are the experimentally achieved values of the selected performance indicators, depending on the length of time of self-optimization of the test fragment of the 3G network.

**Key words:** Self – Organizing Networks, telecommunications, self-optimization algorithms, self-healing.

**А.В. Солошенко, К.М. Туржанова, А.С. Байкенов**

(Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,  
г. Алматы, Казахстан)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ  
САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ (SON) НА СЕТЯХ МОБИЛЬНОЙ  
СВЯЗИ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

**Аннотация.** Рассмотрено применение алгоритмов SON для автоматизации процессов управления сетями мобильной связи поколения 3G на основе сетей эксплуатации, администрирования и управления OAM (Operation and Maintenance). Показаны особенности решаемых задач на этапах самооптимизации и самоконфигурации сети для различных этапов жизненного цикла сети мобильной связи 3G. Предложены критерии и подходы к оценке

эффективности решения задач сетью SON, а также сформулированы технические требования алгоритмов SON. Показаны экспериментально достигнутые значения выбранных показателей эффективности функционирования в зависимости от длительности времени самооптимизации тестового фрагмента сети 3G.

**Ключевые слова:** Самоорганизующиеся сети, телекоммуникации, алгоритмы самооптимизации, самовосстановление.

### **Введение**

Стратегия автоматизации процессов управления сетями мобильной связи реализована главным разработчиком Технических спецификаций мобильной связи поколений 3G, 4G и 5G Партнерским проектом 3GPP в технологической концепции применения самоорганизующихся сетей SON, охватывающих все этапы жизненного цикла этих сетей связи.

Согласно определению, сформулированному в технических спецификациях Партнерского проекта 3GPP, сеть SON — это сеть, используемая системой управления и эксплуатации сети мобильной связи (ОМС) для автоматизации управления функционированием сети при минимизации вмешательства человека в ее управление.

Учитывая, что алгоритмы SON не стандартизуются Техническими спецификациями 3GPP [1,2], исследование вопросов автоматизированного управления сетями сотовой связи без вмешательства человека – оператора (планировщика сети) становится все более актуальной задачей. Кроме этого, применение новых технологических решений SON (алгоритма использования инструментов SON) требует оценки значений таких параметров, как Call drop rate – процент разрыва соединения не по инициативе абонента, MAC-HS\_Avg\_Thr (KB/ps) – Средняя HSDPA скорость передачи пакетных данных на секторе БС, Кбит/с), определяющих эффективность применения этих решений.

Технология мобильной связи 3G относится к технологии достигшей рыночной зрелости и позволяет проведение исследований не в лабораторных, а в реальных условиях эксплуатации.

Под эффективностью применения сети SON будем понимать отношение между получаемыми результатами (показателями) работы сети SON и либо финансовыми, либо ресурсными затратами.

Представленные в данной статье результаты применения алгоритма SON получены на сегменте сети 3G введённом в коммерческую эксплуатацию.

Цель проведённого исследования оценить эффективность применения алгоритмов SON на сетях мобильной связи 3G в условиях плотной городской застройки.

### **1. Определение SON**

Из-за большого количества параметров, процесс автоматизации планирования сетей операторов сотовой связи требует поддержки. Самоорганизующаяся сеть (SON) представляет собой сеть автоматизированного управления, в которой автоматизированные процессы обеспечивают постоянный мониторинг качества обслуживания и сети, а также анализируют данные, собранные из разных частей сети, обеспечивая полезную обратную связь, которая может использоваться для принятия тех или иных решений. Возможности SON направлены на поддержку бизнес-приоритетов мобильной широкополосной связи и разумное управление трафиковой нагрузкой на сети. Это позволяет операторам сосредоточиться на предоставлении превосходного пользовательского опыта в качестве управления мульти технологиями; мультивендорная сеть упрощена и оптимизирована. Процесс функционирования SON, является циклическим и включает решение задач самоконфигурации, самооптимизации и самовосстановления, а также управления параметрами сети по результатам текущих измерений[3,4].

а) Требования к производительности и сложности: для всех случаев использования SON должен поддерживаться соответствующий баланс между выигрышем в производительности, полученным путем добавления функциональности SON, и результирующей сложностью реализации. Сложность реализации может быть измерена с помощью, например, дополнительной сигнализации по радиоинтерфейсу и транспортной сети, вычислительных затрат, требований к памяти и т.д.

б) Требования стабильности: поскольку SON работает в цикле обратной связи, параметры, измененные алгоритмами SON, и их последствия должны усиливать друг друга, то есть двигаться к одной и той же цели. В противном случае значения параметров будут колебаться и не достигнут стабильного оптимизированного значения.

в) Требования к надежности: алгоритмы SON должны быть в состоянии идентифицировать искаженные или неправильные измерения, чтобы алгоритм мог по-прежнему обеспечивать правильный вывод и реакцию на ситуацию на сети [5,6].

## 2. Бизнес требования к решениям SON

Бизнес требования также должны рассматриваться, так как требования, которые хороши с технической точки зрения, но могут быть коммерчески невыполнимыми. Бизнес-требования к сети SON подразделяются на требования к эффективности затрат и требования к развертыванию сетей.

а) Требования к эффективности затрат: если стоимость развертывания и обслуживания сети слишком высока, становится трудно обеспечить прибыльное обслуживание потребителей в сети. Это приводит к требованию, при котором решение SON должно снизить эксплуатационные расходы (OPEX) за счет уменьшения затрат, необходимых для развертывания и эксплуатации сети.

б) Решения SON должны снижать капитальные затраты (CAPEX): так как после внедрения SON сеть будет эффективно использовать радиоресурсы и, следовательно, потребует меньше базовых станций. Однако добавление функциональности SON потенциально увеличит стоимость оборудования, включая терминалы, базовые станции и системы эксплуатации и технического обслуживания, из-за необходимости дополнительного аппаратного и / или программного обеспечения. Поэтому следует учитывать влияние SON на стоимость всей мобильной сети [7,8].

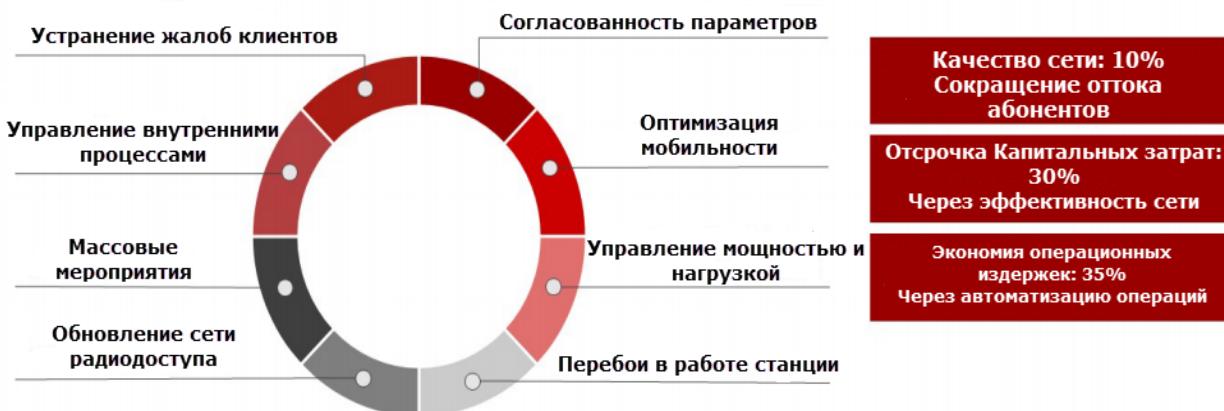


Рис. 1. Вклад в экономию операционных затрат и общую бизнес значимость применения решения SON на сети радиодоступа

На рис. 1 [10] показаны вклад решения SON в экономию операционных затрат и общую бизнес значимость применения на сети радиодоступа для европейских операторов среднего размера. На рисунке слева показаны пример средней экономии операционных затрат, достигаемой с помощью SON в сети RAN, и ее распределение по различным процессам оптимизации. Анализ этих данных показывает, что использование SON влияет на общую стоимость бизнеса, включая отсрочку капитальных затрат и увеличение выручки за счет улучшения качества сети. Эти преимущества достаточно убедительны, так что большинство операторов сотовой связи сейчас либо используют алгоритмы сети SON, либо оценивают варианты развертывания сети SON и окупаемости инвестиций на ее внедрение [10].

## 3. Описание и структурная схема эксперимента

Из схемы эксперимента видно:

1) SON имеет связь с модулем управления O&M при помощи интерфейса N, также, в передаче служебной информации участвует протокол Radius.

2) O&M в свою очередь, связан с HSS посредством NBI интерфейса и при помощи SNMP протокола собирает служебные/сигнальные данные со всех элементов сети.

Каждый час SON получает актуальные отчеты о состоянии сети от O&M, который в свою очередь собирает эти служебные данные посредством NBI интерфейса со всех элементов сети и на основе этих данных принимает решение, о том, какие действия необходимо предпринять для улучшения качества радиопокрытия и стабильной работы сети радиодоступа.

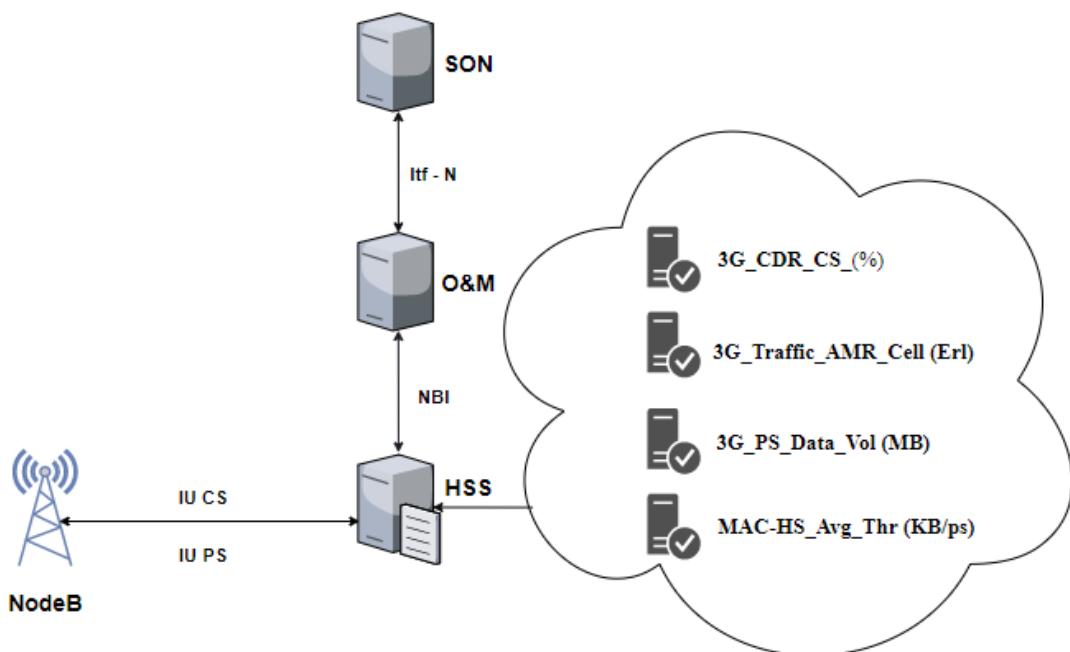


Рис. 2. Структурная схема эксперимента

#### 4. Результаты и условия проведения экспериментальных исследований алгоритмов самооптимизации

В данном исследовании рассматривался кластер базовых станций одного из районов города Алматы.

Кластер состоял из 40 БС стандарта 3G (UMTS).

Временной отрезок наблюдений составил 52 дня.

Статистические данные были сняты за 26 дней до проведения оптимизации БС в данном кластере и через 26 дней после применения алгоритма.

В рамках данной работы мы применяли следующие инструменты Самоорганизующейся сети (SON):

- 1) Инструмент пошаговой оптимизации угла наклона антенн (Antenna tilt optimization Iterative)
- 2) Инструмент балансировки нагрузки трафика на базовых станциях сотовой связи (Mobile load balancing)
- 3) Инструмент автоматической настройки и обмена сигнальными сообщениями между соседними секторами базовых станций сотовой связи (Automatic neighbour relation)
- 4) Инструмент оптимизации эстафетной передачи обслуживания (Soft Handovers) абонентских устройств при переходе из зоны обслуживания одной базовой станции в зону обслуживания другой базовой станции сотовой связи (Mobility robustness)

В качестве показателей эффективности функционирования сети 3G были выбраны следующие сетевые параметры:

- 3G\_CDR\_CS\_(%) – процент разъединения установленных соединений не по инициативе абонента по причине перегрузки в домене CS, %.
- 3G\_Traffic\_AMR\_Cell (Erl) – голосовая (AMR) нагрузка в домене CS (circuit switch), Эрланги.
- 3G\_PS\_Data\_Vol (MB) – количество пакетных данных, переданных в линиях связи направлений «вниз» и «вверх», Мбайт.
- MAC-HS\_Avg\_Thr (KB/ps) – Средняя HSDPA скорость передачи пакетных данных на секторе БС, Кбит/с [9].

Рассмотрим особенности каждого из выбранных сетевых параметров.

1. 3G\_CDR\_CS\_(%) – процент разъединения установленных соединений не по инициативе абонента по причине перегрузки в домене CS, %.

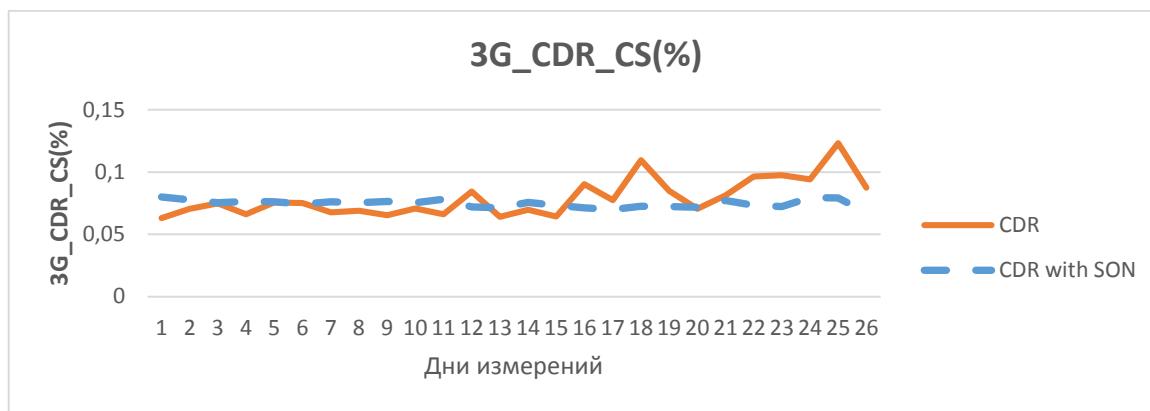


Рис. 3. Изменение параметра 3G\_CDR\_CS до и после включения инструментов самоорганизующихся сетей SON

Данный параметр определяет лояльность абонента и чем меньше обрывов соединения у абонента, тем меньше вероятность того, что он примет решение о смене оператора мобильной связи и будет оставаться лояльным клиентом компании. Рассчитывается на уровне сектора и более высоких уровнях. Вычисляется как отношение суммарного количества не успешных (разъединённых) вызовов, к сумме количества успешных вызовов умноженное на 100 для перехода к процентам. Формула для расчёта параметра указана ниже:

$$3G\_CDR\_CS = \frac{\sum_{i=1}^{40} UnSuccCall}{\sum_{i=1}^{40} SuccCall} \cdot 100\% \quad (1)$$

Из рисунка 3 видно, что результатом применения инструментов самоорганизующихся сетей (SON), стало уменьшение процента разъединения установленных соединений не по инициативе абонента по причине перегрузок в домене CS **на 0,46%**, что является большим успехом в рамках целого кластера базовых станций стандарта 3G (40 БС).

2. 3G\_Traffic\_AMR\_Cell(Erl) – голосовая (AMR) нагрузка в домене CS (circuit switch) Erl. Данный параметр важен для оператора мобильной связи так как, чем больше трафика, пропустит оператор через свою сеть, тем больше выручки он получит. Рассчитывается на уровне сектора и выше. Вычисляется как сумма голосовой нагрузки каждой БС в кластере за всё время исследования. Формула для расчёта параметра указана ниже:

$$3G\_Traffic\_AMR\_Cell = \sum_{i=1}^{40} TrafficAMR , (Erl) \quad (2)$$

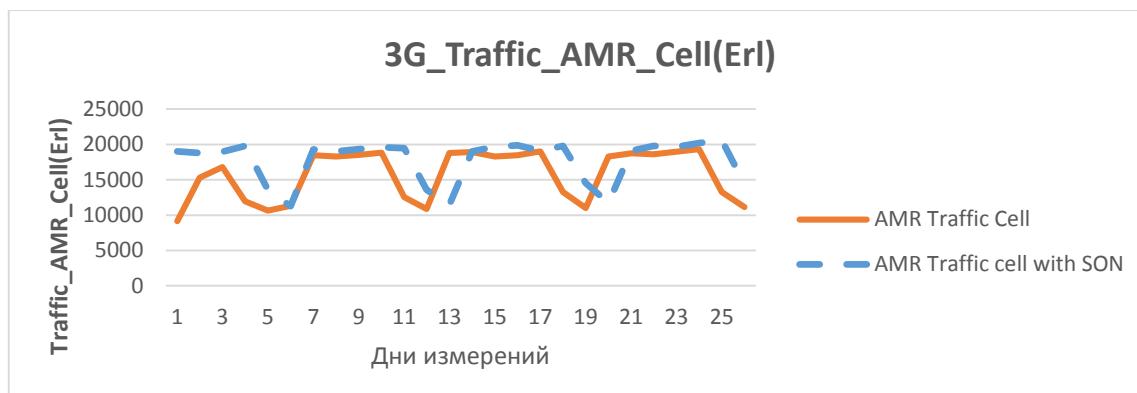
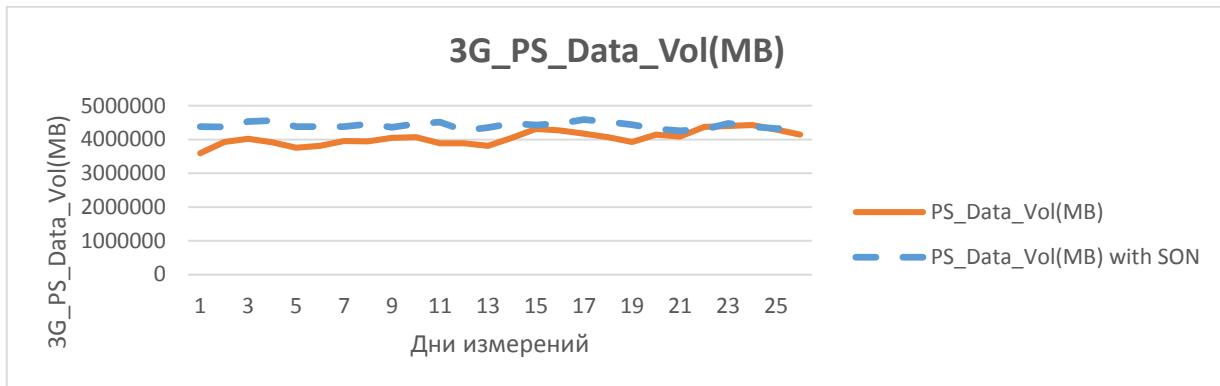


Рис. 4. Изменение параметра 3G\_Traffic\_AMR\_Cell до и после включения инструментов SON

Из рисунка 4 видно, что результатом применения инструментов самоорганизующихся сетей SON, стало увеличение объёма голосового трафика в исследуемом кластере БС **на 12,66%**, что является серьёзным успехом в рамках целого кластера базовых станций стандарта 3G (40 БС).

3. **3G\_PS\_Data\_Vol(MB)** – количество пакетных данных, переданных в линиях связи направлений «вниз» и «вверх», Мбайт. Рассчитывается на уровне сектора и выше. Вычисляется как сумма количества пакетных данных. Данный параметр напрямую связан с показателями эффективности работы базовой станции, так как чем больше трафика проводит через себя базовая станция, тем больше денег она приносит. Формула для расчёта параметра указана ниже:

$$PS\_Data\_Vol = \sum_{i=1}^{40} (PS_{DataVol_{DL}} + PS_{DataVol_{UL}}) \text{ [Мбайт]} \quad (3)$$

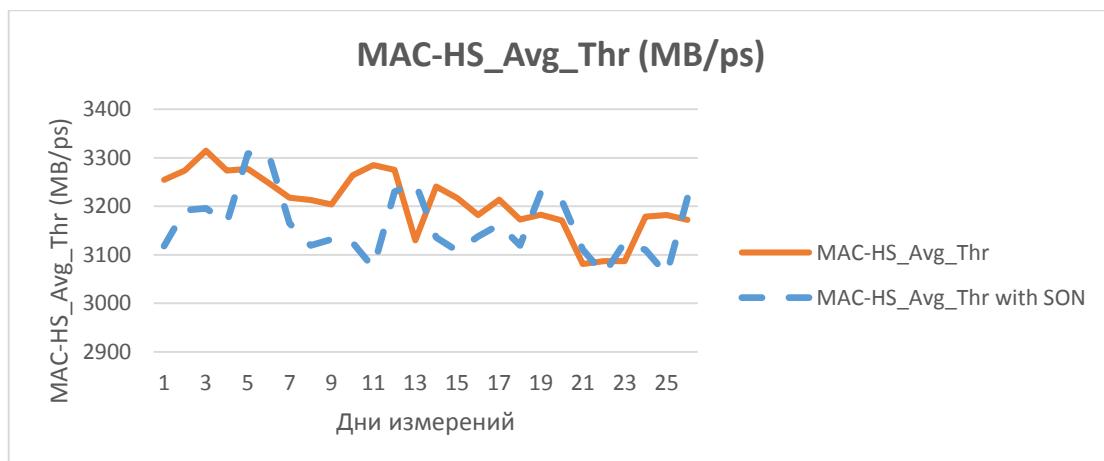


**Рис. 5.** Изменение параметра 3G\_PS\_Data\_Vol до и после включения инструментов самоорганизующихся сетей (SON)

Из рисунка 5 можно сделать вывод, что результатом применения инструментов самоорганизующихся сетей (SON), стало увеличение объёма пакетного трафика в исследуемом кластере БС **на 8,94%**, что является успешным результатом в рамках целого кластера базовых станций стандарта 3G (40 БС).

4. **MAC-HS\_Avg\_Thr(KB/ps)** – Средняя HSDPA скорость передачи пакетных данных на секторе БС, Кбит/с. Рассчитывается на уровне сектора и выше.

Из рисунка 6 видно, что результатом применения инструментов самоорганизующихся сетей SON, стало уменьшение средней HSDPA скорости передачи данных на секторах в исследуемом кластере БС **на 5,68%**. Причиной такой ситуации стало увеличение объёма пакетного трафика в исследуемом кластере БС **на 8,94%**.



**Рис. 6.** Изменение параметра MAC-HS\_Avg\_Thr до и после включения инструментов самоорганизующихся сетей (SON)

Для удобства анализа, полученные результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента по оценке алгоритма SON

Показатели функционирования сети 3G	Временной промежуток работы алгоритма	
	1 неделя	1 месяц
3G_CDR_CS_(%) – (процент разъединения установленных соединений не по инициативе абонента по причине перегрузки в домене CS, %)	Увеличился процент разъединения установленных соединений не по инициативе абонента по причине перегрузок в домене CS на <b>5,32%</b>	Уменьшился процент разъединения установленных соединений не по инициативе абонента по причине перегрузок в домене CS на <b>0,46%</b>
3G_Traffic_AMR_Cell(Erl) – (голосовая (AMR) нагрузка в домене CS (circuit switch) в Эрлангах)	Увеличился объём голосового трафика в исследуемом кластере БС на <b>28,93%</b>	Увеличился объём голосового трафика в исследуемом кластере БС на <b>12,66%</b>
3G_PS_Data_Vol_MB (суммарное количество пакетных данных, переданных в линиях связи направлений «вниз» и «вверх», Мбайт)	На <b>14,83%</b> увеличился пакетный трафик 3G в Мбайтах	На <b>8,94%</b> увеличился пакетный трафик 3G в Мбайтах
MAC-HS_Avg_Thr(KB/ps) – (Средняя HSDPA скорость передачи пакетных данных на секторе БС, Кбит/с)	Уменьшилось значение средней HSDPA скорости передачи данных на секторах в исследуемом кластере БС на <b>11,4%</b>	Уменьшилось значение средней HSDPA скорости передачи данных на секторах в исследуемом кластере БС на <b>5,68%</b>

### Заключение

Сети SON обеспечивают самооптимизацию сетей мобильной связи для предоставления доступности услуг передачи данных с более гибким обслуживанием и управлением эксплуатации сети, а также оптимизированным охватом зон покрытия, большей емкостью и более качественным развертыванием гетерогенных сетей.

Внедрение решений SON в сети радиодоступа 3GPP доказало свою эффективность и финансовую привлекательность для операторов сотовой связи в связи с экономией операционных затрат и отсрочкой дополнительных капитальных затрат связанных с необходимостью оптимизации сети.

Результаты эксперимента по использованию алгоритма SON в сети радиодоступа 3G позволили оценить влияние самооптимизации на сегмент сети 3G, которое обеспечило существенное увеличение объёма обработанного трафика и качество обслуживания абонентов. При этом физическое расширение числа БС (добавление универсальных плат обработки частот) не производилось. Кроме того, в ходе использования алгоритма SON было получено небольшое уменьшение средней скорости передачи пакетных данных на секторах, но это явилось следствием увеличения нагрузки на каждый из секторов БС выбранного кластера сети 3G.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] TS 32.500: Telecommunication management; Self-Organizing Networks (SON); Concepts and requirements;
- [2] TR 28.861: Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication management; Study on the Self-Organizing Networks (SON) for 5G networks (Release 16).
- [3] Gandalf Project. Monitoring and self-tuning of RRM parameters in a multisystem network. [Online]. Available: <http://www.celtic-nitiativ.org>
- [4] TS 32.511: Telecommunication Management; Automatic Neighbor Relation (ANR) management; Concepts and Requirements;
- [5] 3GPP TR 36.902, “Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN), Self-configuring and Self - Optimizing Network (SON) Uses Case and Solutions (Release 9).
- [6] 3GPP TS 36.300, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2
- [7] 3GPP, TS 32.541 “Telecommunication management; Self-Organizing Networks (SON); Self-healing concepts and requirements (Release 12).
- [8] 3GPP TS 36.902: Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Self-Configuring and Self-Optimizing Network (SON) Use Cases and Solutions.
- [9] Smarter Self Organising Networks, Ericsson White paper, Feb 2012.
- [10] Gabriel Brown, Next-Gen SON: Automation for Service-Centric Mobile Networks; Heavy Reading | February 2019.

Солошенко А.В., Туржанова К.М., Байкенов А.С.

**Өзін-өзі ұйымдастыратын желі (SON) алгоритмдерін үшінші ұрпактың мобиЛЬДІ жәлілерінде қолдану тиімділігін зерттеу**

**Түйіндеме.** ОАМ (пайдалану және техникалық қызмет көрсету) басқару, басқару және басқару жәлілері негізінде 3G мобиЛЬДІ жәлілерін басқару процесстерін автоматтандыру үшін SON алгоритмдерін қолдану қарастырылады. 3G ұялы байланыс желісінің өмірлік циклінің әртүрлі кезендеріне арналған желіні өзін-өзі конфигурациялау кезендерінде шешілетін міндеттердің ерекшеліктері көрсетілген. SON желісі бойынша есептерді шешудің тиімділігін бағалаудың критерийлері мен тәсілдері ұсынылған және SON алгоритмдерінің техникалық талаптары тұжырымдалған. 3G сынақ фрагменттерін өздігінен оңтайландыру уақытының үзактығына байланысты тандалған тиімділік көрсеткіштерінің эксперименттік мәні көрсетілген.

**Түйінді сөздер.** Өзін-өзі ұйымдастыратын желілер, телекоммуникациялар, өзін-өзі оңтайландыру алгоритмдері, өзін – өзі емдеу.

УДК 004.67; 550.379

**<sup>1</sup>М.К. Turarova, <sup>2</sup>И.Н. Modin, <sup>1</sup>Т. Mirgalikyzy**

(<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,  
E-mail: marzhan\_08@mail.ru, <sup>2</sup>M.V. Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russian Federation)

## **2D INVERSION AND INTERPRETATION OF THE ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY RESEARCH DATA IN THE «OPAKOV» SETTLEMENT OF THE KALUGA REGION**

**Abstract.** The paper is devoted to the problem of taking into account the influence of the ground surface relief in interpreting the electrical resistivity tomography data. This work presents the results of processing and interpretation of electrical resistivity tomography data obtained in the «Opakov» settlement of the «Ugra» national park in the Kaluga region to study the geological medium and to assess the influence of the ground surface relief with steep slopes on the inversion results. The results of 2D inversion showed clear effects of uneven ground surfaces, characteristic of convex and concave shapes of the relief. This means that in order to clarify the dubious results of the interpretation, the study of media with an uneven ground surface requires improving methods for accounting and eliminating the effect of the ground surface relief in inversion programs.

**Keywords:** 2D inversion programs; electrical resistivity tomography; ground surface relief; interpretation; electrical prospecting.

**<sup>1</sup>М.К. Турапова, <sup>2</sup>И.Н. Модин, <sup>1</sup>Т. Миргаликызы**

(<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан,  
E-mail: marzhan\_08@mail.ru, <sup>2</sup>Московский государственный университет  
им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация)

## **2D ИНВЕРСИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИЕЙ В ГОРОДИЩЕ «ОПАКОВ» КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме учета влияния рельефа земной поверхности при интерпретации геофизических данных электрической томографии. В данной работе представлены результаты обработки и интерпретации данных электрической томографии, полученных в городище «Опаков» национального парка «Угра» Калужской области для изучения геологической среды и оценки влияния рельефа поверхности земли с крутыми углами наклонов на результаты инверсии. Результаты 2D инверсии показали явные влияния неровных поверхностей земли, характерные выпуклым и вогнутым формам рельефа. Это означает, что для уточнения сомнительных результатов интерпретации исследования сред с неровной поверхностью земли требуется совершенствование методов учета и устранения влияния рельефа поверхности земли в программах инверсии.

**Ключевые слова:** программы 2D инверсии; электрическая томография; рельеф земной поверхности; интерпретация; электроразведка.

### **Введение**

На сегодняшний день применение электрической томографии в качестве метода электроразведки приобрел мировую практику в геологоразведке [1-2], инженерной геологии [3], экологических задачах [4], гидрологии [5] и археологии [6], так как электрическая томография – это неразрушающий,

экономичный и мощный аппаратурно-программный инструмент для получения 2D и 3D визуальных разрезов исследуемой среды. Тем не менее, большинство исследований электрической томографией проводятся на местах, где влияние неровной поверхности земли может привести к вводящим в заблуждение ложным аномалиям [7]. Поэтому очень важно учитывать влияние рельефа поверхности земли и избегать от неправильной интерпретации геофизических данных. Для учета и устранения влияния неровной поверхности земли по сей день развиваются различные методы [8-9] моделирования и инверсии данных электрической томографии. В широко используемых программах инверсии для учета и устранения влияния рельефа поверхности земли включают в сетку 2D и 3D топографию. Практика применения программ 2D и 3D инверсии при электротомографических исследованиях и моделях показывает, что инверсия данных среды с рельефом земной поверхности, особенно с большими углами наклона (больше  $10^{\circ}$  и  $20^{\circ}$ ), дают не всегда правильную и достоверную информацию.

Целью данной работы является оценка влияния рельефа поверхности земли на результаты инверсии и интерпретации электротомографических данных исследования в археологическом городище Опаков национального парка «Угра» Калужской области (Российская Федерация) во время научной практики.

В данной работе описываются суть метода электрической томографии, аппаратурно-программный комплекс исследования, результаты 2D инверсии и интерпретации полученных данных в ходе исследования.

### Методика и аппаратура исследования

Электрическая томография (ЭТ) – это высокоразрешающая электроразведка на постоянном токе. Метод электрической томографии является модификацией метода сопротивлений, в котором комбинируются принципы профилирования и зондирования. Метод электрической томографии позволяет получить двумерные и трехмерные геоэлектрические разрезы по результатам данных, измеренных на поверхности земли с помощью неразрушающего контроля. Использование многоэлектродной и многоканальной системы измерения является особенностью метода электрической томографии, отличающейся от метода вертикального электрического зондирования. Другой особенностью ЭТ является использование одних и тех же установленных по одному профилю электродов много раз в качестве приемных и измерительных электродов с помощью специальных кос и коммутатора, который может переключать все электроды и соединять их с генератором и измерителем. Расстояние между электродами устанавливаются одинаковыми [10]. Таким образом, в методе электрической томографии за счет процедуры предварительной расстановки всех электродов и многоканального способа измерения значительно повышается производительность измерения и за счет большого объема исходных данных возрастает качество инверсии данных электрической томографии.

При проведении электрической томографии измеряется разность потенциалов  $\Delta U_{mn}$  между соседними или требуемыми измерительными электродами MN. При сравнительно невысоком уровне помех для обеспечения многоканального приема используется принцип взаимности и применяется инверсная установка Шлюмберже MABN, в которой увеличение разноса достигается за счет увеличения длины приемной линии.

После измерения по закону Ома рассчитывается значения кажущегося сопротивления  $\rho_k$  на каждом разносе.

Для проведения геофизических исследований электрической томографией используют специальные станции со встроенными программными обеспечениями преобразования полевых данных, такие как Омега-48, Скала-48 и Скала-64, Syscal-Pro, SAS4000, АВЕМ или коммутирующий модуль COMx64, который работает со стандартной одноканальной аппаратурой типа АСТРА-100 и МЭРИ-24. В наших исследованиях использована аппаратура Омега-48. Многоканальный электроразведочный аппаратурно-программный комплекс «Омега-48» это десятиканальная электротомографическая станция.

Для предварительного просмотра и редакции данных используется программа x2ipi (Бобачев A.A.), которая позволяет корректировать, настроить аппаратуру, проверить и оценить качество измерений. В данной программе также есть возможность сохранения измеренных данных (значения кажущегося сопротивления) в формате для загрузки в широко используемые программы 2D инверсии (например, Res2Dinv и ZondRes2Dinv). В программе можно построить псевдоразрезы и ввести измеренные координаты рельефа земной поверхности.

### Результаты электрической томографии и интерпретация данных

С целью изучения геологической среды с неровной поверхностью рельефа и оценки его влияния были проведены геофизические исследования с применением многоканального электроразведочного аппаратурно-программного комплекса «Омега-48» в городище «Опаков», расположенное в пределах национального парка «Угра» Калужской области.

Опаков – это археологическое памятное место, где на северо-западной окраине обитали племена восточных балтов в эпоху раннего железного века (7-8 вв. до н.э.). В средневековые (14-15 вв.) Опаков был пограничной крепостью Великого Княжества Литовского.

Геофизические исследования с применением электрической томографии были проведены на крутых склонах городища (при углах наклона  $30^0$ - $45^0$ ), к юго-западу от места, где сохранился фундамент крупной каменной оборонительной башни (Рисунок 1).



Рис. 1. Проведение измерений электрической томографией

Общая длина профиля составила 193 метра. Измерения проводились четырехэлектродной обращенной установкой Шлюмберже МАВН и дипольной осевой АВМН. По одному профилю проведены два измерения, первое измерение сделано косой с шагом 5 метров между электродами, второе измерение сделано косой с шагом 1 метр между электродами. Для измерения с шагом 1 метр между электродами использовались четыре раскладки электроразведочных кос. Координаты высот измерительных электродов относительно уреза воды в р. Угра получены в результате выполнения тахеометрической съемки для построения рельефа вдоль профиля (Рисунок 2).

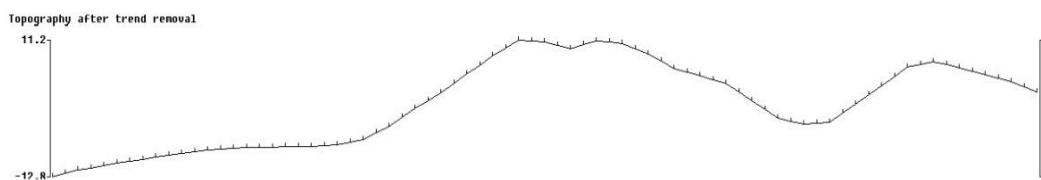
Измеренные данные обработаны в программе x2ipr: удалены значения, где происходили ураганные вылеты электродов при измерении; объединены данные нескольких раскладок и установок измерения; введены координаты превышения точек рельефа, по которому построен сглаженный график рельефа; построены псевдоразрезы кажущегося сопротивления для каждой установки.



Рис. 2. Рабочий момент тахеометрической съемки

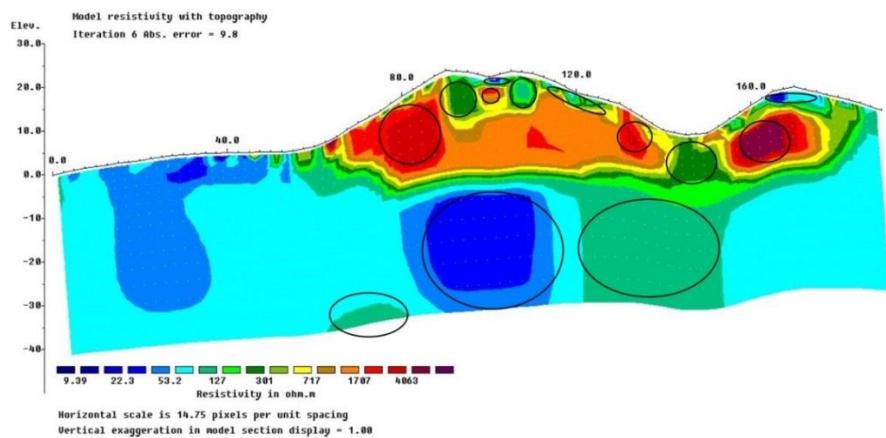
С помощью программы Res2DInv [11] получили сглаженный осредненный график рельефа, модели блоков измерения и геоэлектрические разрезы истинных сопротивлений для двух видов измерений по одному профилю. График рельефа по тахеометрическим данным представлен на рисунке 3.

Глубина модели блоков измерения приблизительно соответствует реальной глубине измерений. Минимальная глубина измерения с шагом 5 метров составила – 2 метра, максимальная глубина измерения – 36,3 метра. Минимальная глубина измерения с шагом 1 метр составила – 0,52 метра, максимальная глубина измерения – 14,6 метров.

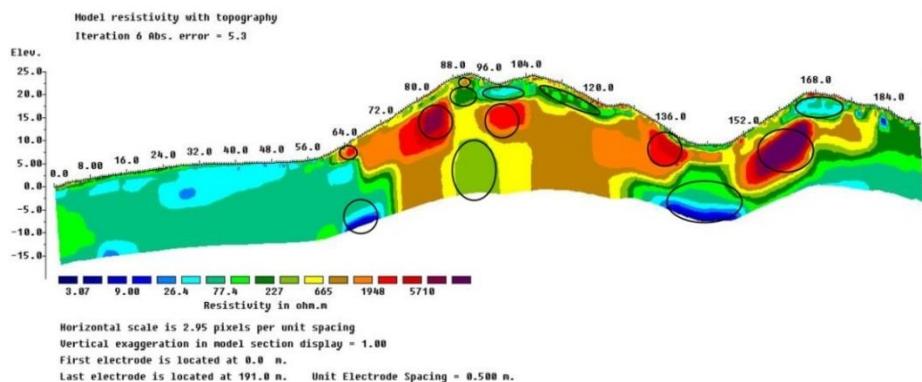


**Рис. 3.** Сглаженный и осредненный график рельефа по профилю измерения в городище «Опаков»

Геоэлектрический разрез истинных сопротивлений рассчитывается по моделям блоков. В программе Res2DInv для построения геоэлектрического разреза с учетом рельефа поверхности земли есть возможность автоматического выбора методом конечных элементов включение рельефа в используемую сетку моделирования, как и в других программах инверсии. Для построения геоэлектрического разреза использован данный метод. Результаты инверсии двух видов измерения по одному профилю представлены на рисунках 4 и 5.



**Рис. 4.** Геоэлектрический разрез истинных сопротивлений по профилю измерения с шагом 5 метров между электродами



**Рис. 5.** Геоэлектрический разрез истинных сопротивлений по профилю измерения с шагом 1 метр между электродами

На основе полученных результатов была проведена интерпретация двух разрезов для оценки влияния рельефа поверхности земли на результаты инверсии.

На геоэлектрическом разрезе, представленном на рисунке 4 можно выделить две основные структуры: от 60 до 184 пикета верхний слой мощностью до 10 метров с удельным электрическим сопротивлением от 300 Ом·м до 1000 Ом·м. Учитывая геологическую ситуацию местности, предположительно, это песок слегка влажный; нижний слой от 60 до 184 пикета и от 0 до 60 пикетов мощностью от 0 до 36,3 метров. В нижней части слоя от 0 до 120 пикетов и от 152 до конца профиля наблюдаются значения удельного электрического разреза от 10 Ом·м до 60 Ом·м. Возможно, это суглинок, сильно увлажненный грунтовыми водами. От 120 до 152 пикета, вероятно, это влажный песок.

Если сопоставить два разреза (рисунки 4 и 5) можно заметить, что верхние части более или менее совпадают, а нижние части разрезов разные.

На геоэлектрическом разрезе, представленном на рисунке 5, видим немножко другую картину. Структура верхней части от 60 до 184 пикета на обоих разрезах похожа. Верхний слой имеет мощность до 10 метров. А от 10 метров нижняя часть резко уменьшается по сопротивлению. В нижней части слоя при подъеме холма в районах от 60 до 64 пикетов и в районах от 136 до 152 пикетов появляются еще дополнительные детали, которых не было на первом геоэлектрическом разрезе (Рисунок 4). Выявленные некоторые максимальные и минимальные значения аномальных зон могут быть последствием влияния рельефа поверхности земли. По выделенным зонам аномалии можно легко заметить характер влияния рельефа поверхности земли в зависимости от угла наклона рельефа и контрастности сопротивления среды, где под спуском рельефа значения удельного электрического сопротивления показывают минимальные значения, а под подъемами – максимальные. На геоэлектрических разрезах некоторые сильно выраженные аномалии выделены кругами. На первом геоэлектрическом разрезе заметны глубинные искажения: слабый максимум на глубине пикета 60, минимум под горой пикета 100 и максимум под ущельем пикета 145; поверхностные искажения: минимум под горой пикета 92.5, максимум под пикетами 80, 136, 160 и под пикетом 107.5 (Рисунок 4). На втором геоэлектрическом разрезе заметны глубинные искажения: слабый минимум под горой пикета 96; поверхностные искажения: максимум под пикетом 100, минимум под пикетом 168, сильные минимумы под пикетами 64 и 145 (Рисунок 5). Такие структуры на наш взгляд являются сомнительными и, следовательно, возникает вопрос о наличии или отсутствии данных объектов.

Таким образом, на приведенном примере показаны детали мало достоверных результатов инверсии электротомографических данных, полученных программами инверсии при формальной интерпретации. Исследование сред с неровной поверхностью земли требует априорных данных скважин для уточнения сомнительных результатов интерпретации, либо требует совершенствования методов учета и устранения влияния рельефа поверхности земли в результатах инверсии.

### Вывод

Выполненные исследования указывают на то, что рельеф поверхности земли с углами наклонов  $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$  и более градусов влияет на результаты 2D инверсии геофизических данных. Как показала наша практика, включение топографии в программы 2D инверсии не решает полностью вопроса исключения влияния неровной поверхности земли на результаты при инверсии и требует разработки других более эффективных методов устранения влияния рельефа. Результаты инверсии данных показали аномалии, характерные выпуклым и вогнутым формам рельефа поверхности земли.

По предполагаемым результатам интерпретации данных можно выделить три основных структуры геологической среды городища «Опаков»: верхний слой с неровной поверхностью земли состоит из слегка увлажненного песка; нижний слой состоит из суглинка. Если учитывать геологические особенности расположения близ реки, то суглинок является сильно увлажненным грунтовыми водами. Верхние слои между холмами состоят из влажного песка.

На верхнем слое геофизического разреза с неровной поверхностью земли видны заметные положительные и отрицательные аномальные зоны, которые быстрее всего связаны с неустранимостью искажений от рельефа земной поверхности земли с большими углами наклонов.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Квон Д. А. , Модин И. Н. , Шевнин В. А. и др. Применение электротомографии для идентификации в разрезе мерзлых и охлажденных пород разной степени засоленности // Криосфера Земли. – 2019. – Т. 23. – № 3. – С. 3-12.
- [2] Скобелев А. Д. , Серебряков В. С. , Матлахова Е. Ю. и др. Инженерно-геофизические исследования приповерхностных газопроявлений в песчано-глинистых грунтах //Инженерные изыскания. – 2018.– Т. 12. – № 3-4. – С. 70-80.

- [3] Gregory Bievre, Laurent Oxarango, Thomas Günther, David Goutaland, Michael Massardi. Improvement of 2D ERT measurements conducted along a small earth-filled dyke using 3D topographic data and 3D computation of geometric factors // Journal of Applied Geophysics. – 2018. – No. 153. – pp. 100-112.
- [4] Mauro Mele, Diego Servida, Domenico Lupis. Characterisation of sulphide-bearing waste-rock dumps using electrical resistivity imaging: the case study of the Rio Marinamining district (Elba Island, Italy) // Springer Science+Business Media Dordrecht 2012. – 2013(185), DOI: 10.1007/s10661-012-2993-2. – pp. 5891–5907.
- [5] Минаев А.В., Минаев В.В., Сутурин А.Н. Выявление методом электротомографии зон субаквальной разгрузки подземных вод (акватория пос. Листвянка) // Науки о земле. – 2017. – Выпуск № 12(66), DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.053> – С. 176-180.
- [6] Yogeshwar P., Hamacher S., Rec H., Hauck T., Onuzi K., Tezkan B. Investigating Sedimentological Architecture Using Electrical Resistivity Tomography: A Case Study from the Archaeological Open-Air Site She'n Mitri, Southern Albania // Pure Appl. Geophys. – 2019. – 176 (2019). DOI: <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1987-6>. – pp. 843–856.
- [7] Чантуришвили Л.С. Исследование искажения однородного электрического поля в земле в зависимости от неровности границы раздела Земля-Воздух. /Частные случаи/. – Диссертационная работа, представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Тбилиси, 1947.
- [8] Mirgalikyzy T., Mukanova B., Modin I., «Method of Integral Equations for the Problem of Electrical Tomography in a Medium with Ground Surface Relief» // Journal of Applied Mathematics. – vol. 2015, Article ID 207021, DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/207021>. – 10 p.
- [9] De-Bao Lu, Qi-You Zhou, Junejo S.A., An-Lin Xiao. A Systematic Study of Topography Effect of ERT Based on 3-D Modeling and Inversion // Pure and Applied Geophysics. – 2015. – 172 (2015), DOI: 10.1007/s00024-014-1015-4 – pp. 1531–1546.
- [10] Бобачев А.А., Большаков Д.К., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей. Т. II. Малоглубинная электроразведка / Под ред. Проф В.А. Шевнина, доц. А.А. Бобачева. – Изд. 2-ое, перераб. и доп. – М.: МГУ, 2013. – 124 с.
- [11] Loke M.H. Topographic modelling in resistivity imaging inversion // 62nd EAGE Conference and Technical Exhibition, Extended Abstracts. – Glasgow, Scotland, 29 May-2 June 2000. – pp. 1-4.

Туарова М.К., Модин И.Н., Миргаликызы Т.

**Калуга аймағының «Опаков» есікі қалашығындағы электрлік томографиямен зерттеу деректерін 2D инверсиялау және интерпретациялау**

**Түйіндеме.** Мақала электрлік томографиямен деректерді интерпретациялау кезіндегі жер беті бедерінің әсерін есепке алу мәселелеріне арналған. Бұл жұмыста геологикалық ортаны зерттеу және инверсия нәтижелеріне жер беті бедерінің әсерін бағалау үшін Калуга аймағының «Угра» ұлттық саябағындағы «Опаков» есікі қалашығында альянған электрлік томография деректерін өңдеу және интерпретациялау нәтижелері көрсетілген. 2D инверсия нәтижелері тегіс емес жер бетінің деңес және ойыс бедерлеріне тән сипаттағы айқын әсерлерін көрсетті. Бұл интерпретацияның құмәнді нәтижелерін анықтау үшін жер беті тегіс емес орталарды зерттеу инверсия бағдарламаларындағы жер беті бедерін есепке алатын және оны жоятын әдістерді жетілдіруді қажет ететіндігін білдіреді.

**Кілттік сөздер:** 2D инверсия бағдарламалары; электрлік томография; жер бетінің бедері; интерпретация; электрлік барлау.

**K.M. Turzhanova, S.V. Konshin, A.V. Solochshenko**

(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: karinaturzhanova@gmail.com)

## RESEARCH OF 4G NETWORK EFFICIENCY IN CASE OF NB-IOT USAGE IN DIFFERENT SPECTRUM SCENARIOS

**Abstract.** This article analyzes the performance indicators of 4G mobile network in the provision of Internet of things services for various deployment scenarios (stand alone, guard band, in-band) in the frequency spectrum, and provides the comprehensive assessment of the effectiveness of the operation of such NB-IoT network. The main topic of the article is the development of the model for comprehensive assessment of the performance of 4G mobile network using Narrow Band IoT technology for various spectrum scenarios based on multi-criteria approach to investigating the main performance indicators of a 4G mobile network in the provision of the Internet of things services.

**Key words:** Internet of Things, NB-IoT network, NB-IoT network deployment mode, network performance efficiency, performance indicators

К.М. Туржанова, С.В. Коньшин, А.В. Солошенко

(Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Республика Казахстан.

E-mail: karinaturzhanova@gmail.com)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 4G ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЗКОПОЛОСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА

**Аннотация.** В данной статье проводится анализ показателей эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при оказании услуг Интернета вещей при различных сценариях развертывания (standalone, guard band, in-band) в частотном спектре, и дается комплексная оценка эффективности функционирования такой NB-IoT сети. Основной темой статьи является разработка модели комплексной оценки эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при использовании узкополосной технологии NB-IoT для различных сценариев использования спектра на основе многоокритериального подхода к изучению основных показателей эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при оказании услуг Интернета вещей.

**Ключевые слова:** Интернет Вещей, NB-IoT сеть, сценарий развертывания NB-IoT сети, эффективность функционирования сети, показатели сети.

### Введение

NB-IoT (Narrow-Band Internet of Things) – технология сотовой связи для устройств телеметрии с малыми объемами обмена данными на основе стандарта 4G/LTE, который был создан консорциумом 3GPP (3rd Generation Partnership Project) в рамках работ над стандартами сотовых сетей нового поколения [1]. Причиной и главным преимуществом данной технологии стало то, что на фоне остальных технологий LPWAN (Low Power Wide Area Network), таких как LoRaWAN, Sigfox, Ingenu, Weightless P и др., технология NB-IoT обеспечивает возможность использования сетевой инфраструктуры стандарта 4G/LTE и подключения к базовой станции до 52 тыс. устройств, что в десятки раз превышает возможности существующих стандартов мобильной связи. Кроме того, использование диапазонов LTE-900, -1800 обеспечивает покрытием труднодоступные места: цокольные помещения, подвалы и т. д [2]. Еще одно достоинство нового стандарта – низкое энергопотребление, что увеличивает продолжительность работы устройств без подзарядки аккумулятора, по предварительным оценкам, до десяти лет.

Согласно последним данным американской консалтинговой компании [3] в мире создано более 80 сетей сотовой связи стандарта 4G/LTE, обеспечивающих подключение устройств IoT на июль 2019 года; более половины – 56 подключений – при использовании узкополосной технологии NB-IoT.

Таблица 1. Внедрение Cellular IoT на июль 2019

Регион	Страна	NB-IoT	LTE-M
Африка	Южная Африка	1	0
Азия & Океания	Австралия, Китай, Гонконг, Индия, Япония, Малайзия, Новая Зеландия, Сингапур, Южная Корея, Шри Ланка, Тайвань	16	10
Восточная Европа	Хорватия, Чешская Республика, Эстония Венгрия, Казахстан, Польша, Россия Словакия, Украина	13	0
Латинская Америка & Карибский бассейн	Аргентина, Бразилия, Мексика	2	3
Средний Восток	Объединенные Арабские Эмираты, Турция	4	1
U.S. & Canada	Канада, США	3	4
Западная Европа	Австрия, Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Ирландия, Италия, Нидерланды, Норвегия, Испания, Швейцария	17	6
Всего		56	24
Общее количество			80

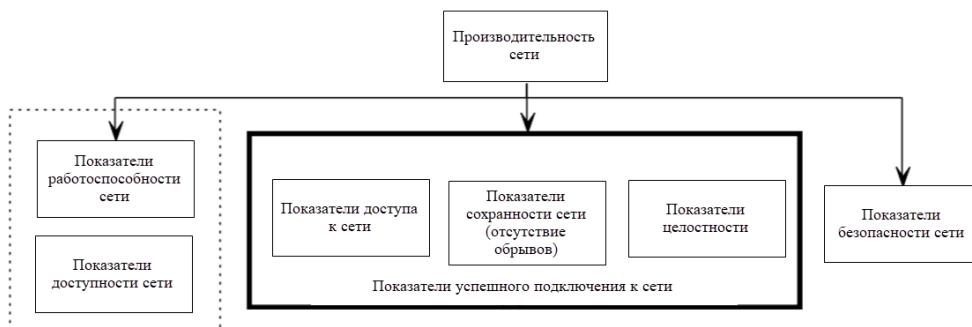
Партнерским проектом 3GPP предлагаются три сценария развертывания NB-IoT сети: автономный (Standalone), в защитной полосе (Guard band) и сценарий совмещенного использования спектра (In-band), о которых более подробно будет рассказано далее в отдельной главе статьи. Как правило, при выборе сценария построения и развертывания технологии NB-IoT мобильные операторы

и поставщики телекоммуникационного оборудования руководствуются **частными показателями функционирования сети**, не дающими в полной мере комплексной оценки эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при использовании узкополосной технологии NB-IoT для различных сценариев использования спектра. Так, например, Rohde & Schwars [4] предлагает к оценке общие показатели эффективности функционирования узкополосной сети NB-IoT, отражающие лишь сторону оператора и не решающие задачу комплексной оценки мобильной сети 4G/LTE, в которую интегрирована технология NB-IoT:

1. Покрытие сети NB-IoT;
2. Показатели покрытия сети LTE/ GSM;
3. Емкость сети NB-IoT.

На рис.1 [4] представлен отличный от указанного выше подход к оценке эффективности сетей NB-IoT, опубликованный Ассоциацией GTI TDD. Данный подход основан на комплексном измерении показателей, отражающих как клиентский опыт конечного пользователя, так и эффективность сетей NB-IoT в целом:

1. Показатели доступности сети (network availability performance);
2. Показатели работоспособности сети (network operability performance);
3. Показатели разрывности соединений (network severability performance);
4. Показатели безопасности сети (network security performance).



**Рис. 1.** Методика оценки эффективности сети, представленная Ассоциацией GTI TDD

Такой подход близок к предложенной нами модели многокритериальной оценки функционирования сети мобильной связи 4G при использовании узкополосной технологии NB-IoT для различных сценариев использования спектра, поскольку в данной работе представлена идея **систематизации ключевых показателей эффективности** сети NB-IoT и **многокритериальность подхода к оценке** основных показателей функционирования сети при оказании услуг Интернета вещей, а также приданье «веса» каждой группе показателей. Основной недостаток данного подхода состоит в изучении показателей оценивающих NB-IoT сеть **без учета сценария развертывания**. Кроме того, выбранные авторами показатели производят оценку функционирования сети в целом, не учитывая ни клиентский опыт конечных пользователей (средняя скорость абонентов, среднее количество датчиков\счетчиков и т.п), ни затраты на построение и /или модернизацию существующей сети мобильной связи 4G для оказания услуг NB-IoT в зависимости от выбранного сценария развертывания (standalone, in-band, guard band).

Таким образом, на данный момент имеется достаточное количество методик и работ, посвященных оценке общей производительности сетей 4G и NB-IoT в целом [4, 5], но нет единого методического подхода к оценке эффективности сети в зависимости от ряда факторов, и в первую очередь, в зависимости от выбранного сценария развертывания. Именно поэтому существует необходимость в разработке комплексного многокритериального методического подхода к оценке эффективности функционирования сети мобильной связи 4G для оказания услуг NB-IoT при различных сценариях развертывания в частотном спектре (standalone, guard band, inband).

Для решения данной проблемы необходимо исследовать комплексные показатели, определяющие эффективность функционирования сетей мобильной связи 4G при оказании услуг Интернета вещей, и возможности разработки модели многокритериальной оценки эффективности функционирования сетей мобильной связи 4G при оказании услуг Интернета вещей с учетом выбранного сценария развертывания NB-IoT.

### Сценарии развертывания NB IoT сети

Техническими спецификациями 3GPP предлагаются три сценария использования радиочастотного спектра (рис. 2) стандартом NB-IoT [6]:

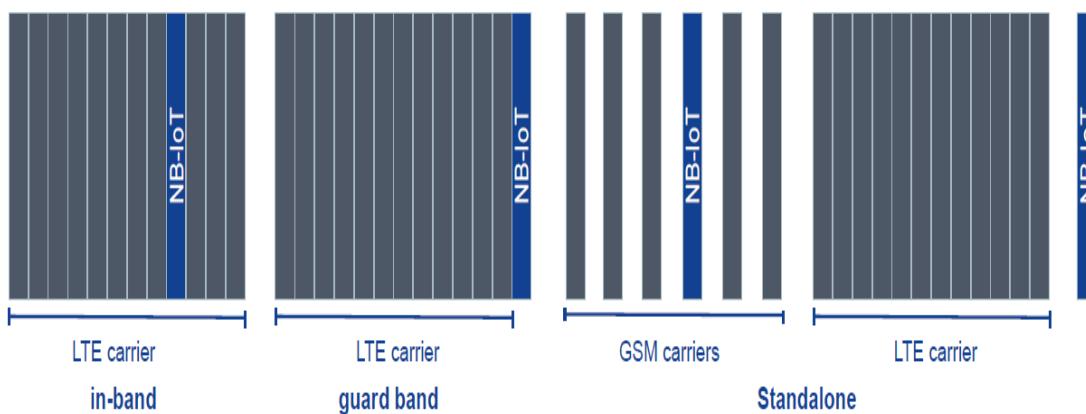
- автономный сценарий использования (Standalone), когда разрешенный спектр для устройств NB-IoT выбирается в разрешенных каналах сетей 3GPP на принципах рефарминга, а фактически замещения (например, для LTE и GSM);

- сценарий использования защитной полосы (Guard band), когда для работы устройств NB-IoT применяют избыточный спектр частотного канала в пределах выделенного канала LTE на его неиспользуемой части. Минимальная требуемая ширина полосы LTE составляет 5 МГц в соответствии с 3GPP TS 36.802 [7]. Однако развертывание в этой полосе вызывает помехи (интерференцию), отсюда рекомендуемая полоса пропускания LTE должна быть больше или равна 10 МГц;

- сценарий совмещенного или внутриполосного использования спектра (In-band), когда для устройств NB-IoT используются ресурсные радиоблоки внутри радиоканала, уже выделенного сети LTE. [8, 9] При чем, внутриполосное развертывание требует, чтобы ячейка LTE была установлена до ячейки NB-IoT, а NB-IoT развернут в PRB восходящей линии связи и нисходящей линии связи, зарезервированных в сотовой сети 4G. Положения NB-IoT должны соответствовать требованиям, указанным в 3GPP TS 36.101 [10]. Минимальная требуемая полоса LTE – 3МГц.

**Таблица 2. Позиции радиоблоков PRB в формируемом сигнале LTE в линии вниз для сценария внутриполосного использования спектра NB-IoT**

Полоса пропускания LTE FDD	Доступные PRB позиции для NB-IoT	Рекомендуемые PRB позиции для NB-IoT
3 MHz	2, 12	2, 12
5 MHz	2, 7, 17, 22	7, 17
10 MHz	4, 9, 14, 19, 30, 35, 40, 45	19, 30
15 MHz	2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 42, 47, 52, 57, 62, 67, 72	32, 42
20 MHz	4, 9, 14, 19, 24, 29, 34, 39, 44, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95	44, 55



**Рис. 2.** Варианты развертывания технологии NB-IoT

Такая вариативность обусловлена тем, что радиоинтерфейс NB-IoT разрабатывался с учетом выполнения требований полной совместимости с действующими радиоинтерфейсами GSM и LTE [11]. Выбор конкретного сценария развертывания NB-IoT весьма важен, поскольку влияет не только на основные показатели качества сети, но и на затраты по модернизации сети – TCO (total cost of ownership). Каждый из сценариев имеет свои преимущества и недостатки, касающиеся построения сети, и которые отражены в таблице 3.

Таблица 3. Сравнительная оценка ТСО для трех сценариев развертывания [12]

Показатели	Автономный сценарий Standalone	Сценарий совмещенного использования спектра In-band	Сценарий использования защитной полосы Guard Band
Разрешение Регулятора	требуется	не требуется	требуется
Затраты на спектр	Высокие	Высокие	Отсутствуют
Частотное планирование	Высокие затраты на GSM/UMTS рефарминг	Нет необходимости в планировании	Нет необходимости в планировании
Явление интерференции	~4% снижение выходной мощности GSM; ~4% потери в емкости UMTS	Интерференция на соседние LTE PRB; влияние на NB-IoT SNR	Показатели немногим лучше, чем при использовании совмещенного спектра
Антенные системы	Есть необходимость в обновлении (добавляется комбайннер)	Переиспользуются	Переиспользуются
Радиочастотные модули	Новые	Переиспользуются	Переиспользуются
Блок основной полосы частот	Обновляются	Обновляются	Обновляются

Анализ таблицы 3 показывает, что:

- сценарии использования защитной полосы и совмещенного использования спектра требуют меньшего капиталовложения в модернизацию существующей сети;
- сценарий использования защитной полосы наиболее экономически выгоден, поскольку не требует дополнительных затрат на спектральные ресурсы, позволяя переиспользовать избыточный спектр частотного канала, однако, ограничен количеством PRB, соответственно, позволяет передать меньше информации, нежели, например, сценарий совмещенного спектра;
- большие затраты от мобильных операторов требуется на реализацию автономного режима. Однако в этом случае исключается пагубное влияние интерференции на LTE сеть, соответственно, спектральная эффективность намного выше.

#### Методика решения задачи

В ходе работы над моделью многокритериальной оценки эффективности функционирования сети 4G при реализации NB-IoT с учетом трех сценариев развертывания мы использовали метод взвешенной суммы оценок критериев (МВСК), при котором определяют численные показатели важности критериев (т.е. их удельный вес), умножаемые на оценки по критериям:

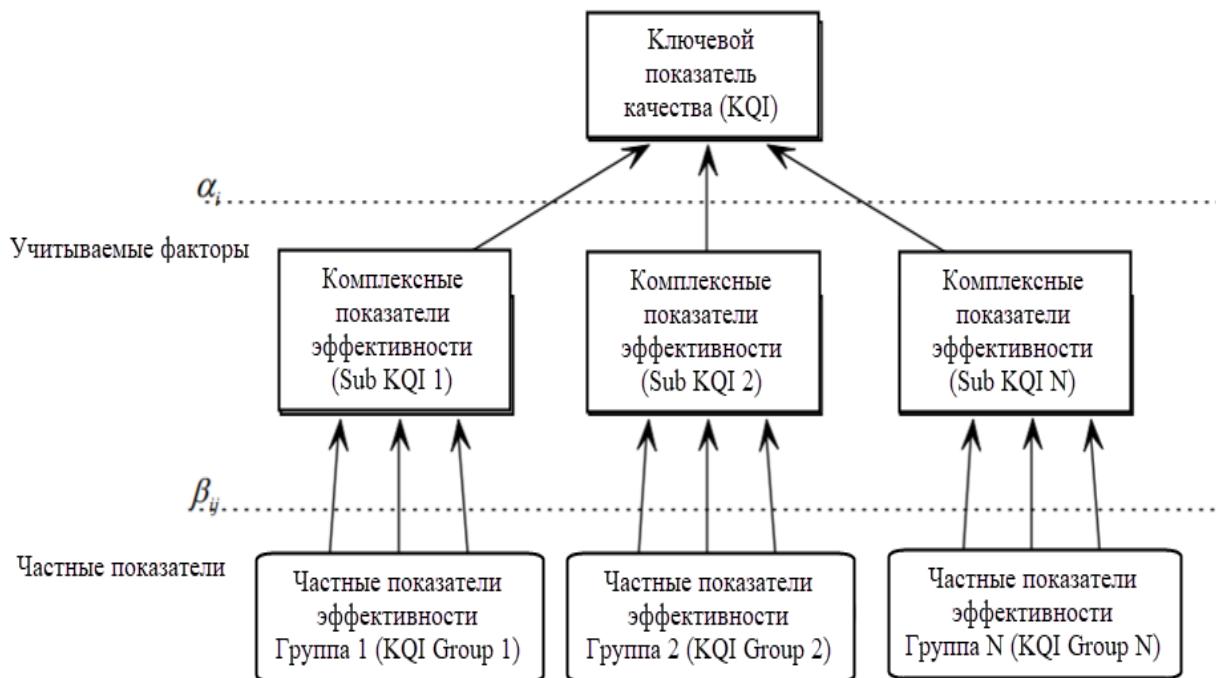
$$F(f | w) = w_1 f_1 + \dots + w_m f_m , \quad (1)$$

где положительные числа  $w_i$  (обычно в сумме равные 1) – это коэффициенты важности, или веса, предназначенные для учета, вообще говоря, разной относительной важности, весомости, значимости критериев. Вариант считается тем более предпочтительным, чем больше соответствующее ему значение взвешенной суммы. Поэтому, например, оптимальным считается тот вариант, для которого эта сумма принимает наибольшее значение [13].

Данная методика используется в виде двух шаговой процедуры:

- определение основных показателей (критериев) оценки эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при использовании узкополосной технологии NB-IoT для различных сценариев использования спектра;

- проведение ранжирования выбранных показателей и/или групп показателей по важности и назначение весов для каждого из этих показателей.



**Рис. 3.** Модель структуры многокритериальной оценки производительности сети

Предлагаемая модель оценки эффективности функционирования сети мобильной связи 4G при оказании услуг Интернета вещей для каждого из сценариев развертывания NB-IoT (standalone, in-band, guard band) может быть представлена в следующем виде, показанном на рисунке 3.

Для упрощения структуры модели, схожие по назначению показатели могут быть объединены в группы и подгруппы, с соответствующим весом.

#### Выбор показателей эффективности функционирования сети NB-IoT

Согласно представленной методике, предлагается к рассмотрению **системная задача** для оценки эффективности функционирования NB-IoT сети, построенной из нескольких тысяч сот или секторов, с использованием следующих групп показателей:

1. Производительность сети, как она меняется в зависимости от сценариев создания сети NB-IoT;
2. Число устройств NB-IoT и LTE в сети обслуживаемых с качеством не ниже заданного;
3. Зона покрытия сети, как она меняется в зависимости от сценариев использования спектра при создании сети NB-IoT.
4. Влияние интерференции на существующую сеть 4G/2G;
5. Клиентский опыт абонентов сети, а именно средние и пиковые значения скорости, объем трафика при использовании одинаковой полосы пропускания в зависимости от сценариев создания NB-IoT сети;
6. Стоимость создания сети в зависимости от сценариев создания сети NB-IoT.

Каждый из показателей эффективности может включать в себя несколько метрик, имеющих разный вес, и которые должны быть дополнены в дальнейшем в зависимости от результатов исследований. Отмеченные показатели сети (\*) представляют собой статистический набор данных, извлеченных из системы мониторинга и управления сетями мобильной связи и NB-IoT, наименование которых может отличаться и назначаться поставщиками или мобильным оператором индивидуально.

На рисунке 5 отображена диаграмма с примером оценки эффективности функционирования мобильной связи 4G сети при применении технологии NB-IoT, которая должна быть рассчитана для каждого из сценариев развертывания NB-IoT сети - standalone, in-band, guard band.

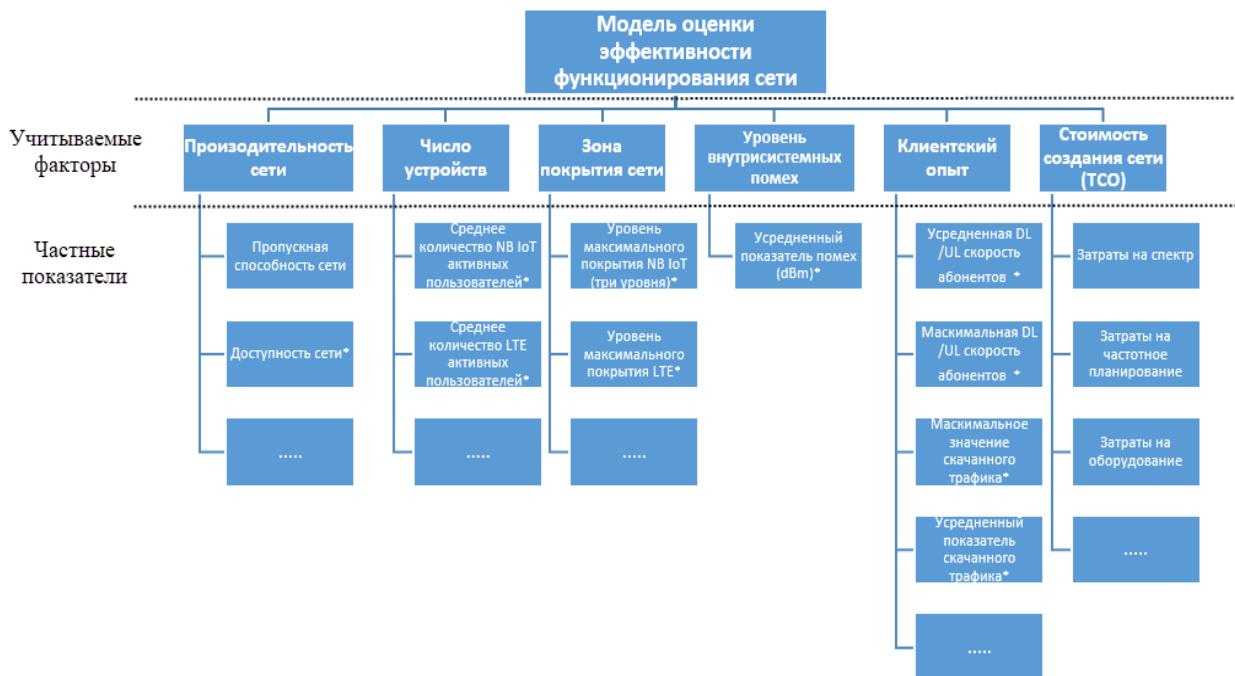


Рис. 4. Модель многокритериальной оценки производительности сети NB-IoT

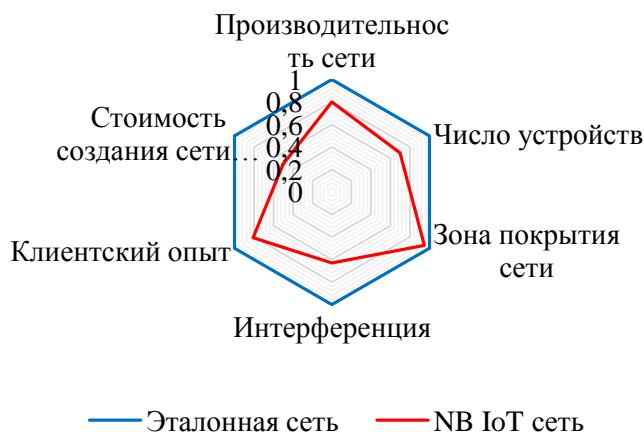


Рис. 5. Пример оценки эффективности функционирования сети 4G с учетом NB-IoT для одного из сценариев развертывания

Применение такой модели позволяет:

- разработать критерии оценки и модель оценки эффективности использования сетевых ресурсов сети радиодоступа 4G (LTE Advanced) при применении узкополосных каналов технологии NB-IoT с учетом технических факторов, влияющих на эффективность сети;
- проводить моделирование показателей эффективности использования сетевых ресурсов сети радиодоступа 4G (LTE Advanced) при применении узкополосных каналов технологии NB-IoT с учетом технических факторов, влияющих на эффективность сети;
- разработать на основе результатов моделирования практические рекомендации по технологической стратегии операторов сетей мобильной связи для выбора сценария применения частотных каналов NB-IoT при оказании услуг Интернета вещей при построении и эксплуатации сети радиодоступа.

### Заключение

Выбор предпочтительного сценария использования спектра для NB-IoT в развертываемой сети IoT на базе сети радиодоступа LTE должен обеспечивать более эффективное распределение и использование спектральных ресурсов. Однако несмотря на то, что вопросам использования технологии NB-IoT посвящено большое количество исследований и статей, не обосновывалось применение единого научно-методического подхода, обеспечивающего комплексную оценку эффективности сети LTE в зависимости от ряда факторов, и в первую очередь, в зависимости от выбранного сценария используемого спектра для технологии NB-IoT.

Проведенные исследования эффективности использования сетевого ресурса сети 4G для различных сценариев использования узкополосных каналов технологии NB-IoT при оказании услуг Интернета вещей (автономного, использования защитной полосы и совмещенной полосы) позволяют разработать практические рекомендации для технической стратегии операторов мобильной связи в зависимости от доступного радиочастотного спектра, планируемой нагрузки и пропускной способности сети Интернета вещей.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] ITU (2005) The Internet of Things: Executive Summary. International Telecommunication Union (ITU), - Geneva ITU Internet Reports, 2005.
- [2] Кранц М. Интернет вещей. Новая технологическая революция// Бомбара. – 2019. – С.330.
- [3] 5G Americas White Paper on 5G IoT. Интернет-ресурс: [http://www.5gamericas.org/files/2815/6329/3453/5G\\_Americas\\_White\\_Paper\\_on\\_5G\\_IOT\\_FINAL\\_7.16.pdf](http://www.5gamericas.org/files/2815/6329/3453/5G_Americas_White_Paper_on_5G_IOT_FINAL_7.16.pdf)
- [4] Rohde & Schwarz; Accurate and fast NB-IoT network measurements. 2018 Rohde&Schwarz GmbH&Co. KG | 81671 Munich, Germany
- [5] GTI IoT Network Performance Evaluation WhitePaper. Интернет-ресурс: [http://ydgtx@ydgtx.dev.ftbj.net/zx\\_images/2.21/new/GTI%20IoT%20Network%20Performance%20Evaluation%20WhitePaper\\_v2.pdf](http://ydgtx@ydgtx.dev.ftbj.net/zx_images/2.21/new/GTI%20IoT%20Network%20Performance%20Evaluation%20WhitePaper_v2.pdf)
- [6] 3GPP TR 45.820, Cellular system support for ultra-low complexity and low throughput Internet of Things (CIoT), V13.1.0, - 2015.
- [7] 3GPP TR 36.802, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); NB-IOT; Technical Report for BS and UE radio transmission and reception. V13.0.0, - 2016.
- [8] Тихвинский В.О., Коваль В.А., Бочечка Г.С., Бабин А.И. Сети IoT/M2M: технологии, архитектура и приложения. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, – 2017. – С. 320.
- [9] Тихвинский В.О., Бочечка Г.С. Перспективы внедрения технологии узкополосной передачи данных NB-IOT в сетях LTE Электросвязь. - 2016. - № 8. - С. 10.
- [10] 3GPP TS 36.101Technical Specification Group Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (Release 13).
- [11] Приказ от 29 марта 2019 «Об утверждении Концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации».
- [12] Junaid Afzal. NB-IoT - The choice of Frequency, Deployment Mode and Coverage. March 22, 2017| SIGFOX. Интернет - ресурс: <https://www.netmanias.com/en/post/blog/11745/iot-nb-iot/nb-iot-the-choice-of-frequency-deployment-mode-and-coverage>
- [13] Подиновский В.В., Потапов М.А. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений. PRO ET CONTRA // Бизнес Информатика. – 2013. – Т. 3. – № 25. – С. 41-48.

УДК 004.056.5

**K.S. Sakan, K.T. Algazy, D.S. Dyusenbayev**

(Institute of Information and Computational Technologies SC MES RK,  
Laboratory of Information Security, Almaty, Kazakhstan. E-mail: kairat\_sks@mail.ru)

### **ABOUT SOME WAYS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF CALCULATING THE BLOCK MIXER2 OF THE QAMAL ENCRYPTION ALGORITHM**

**Abstract.** This paper describes three ways to calculate one of the transformations of the «Qamal» encryption algorithm – Mixer2 in order to determine the fastest ways to implement them. The most frequently used operations have been determined, which include multiplication in the Galois field, application of equations with respect to fixed parameters and depending only on the input block data, bitwise operations, multiplication of large numbers under modulo. Variants of data implementation have been considered, tests designed to determine the time of their execution have been developed and tested. As a result, the best ways to implement the Mixer2 transformation have been determined.

**Keywords:** symmetric encryption algorithms, requirements for encryption algorithms, cipher implementation speed, irreducible polynomials, modular arithmetic.

**К.С. Сақан, К.Т. Алғазы, Д.С. Дюсенбаев**

(Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК,  
Алматы, Республика Казахстан. kairat\_sks@mail.ru)

## О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ БЛОКА MIXER2 АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ «QAMAL»

**Аннотация.** В работе рассмотрены три способа вычисления одного из преобразований алгоритма шифрования «Qamal» – Mixer2 с целью определения наиболее скоростных способов их реализации. Определены наиболее часто применяемые операции, в число которых входят умножение в поле Галуа, применение уравнений относительно фиксированных параметров и зависящих только от данных входного блока, побитовые операции, умножение больших чисел по модулю. Рассмотрены варианты реализации данных, разработаны и апробированы тесты, предназначенные для определения времени их выполнения. В результате определены наилучшие способы реализации преобразования Mixer2.

**Ключевые слова:** симметричные алгоритмы шифрования, требования к алгоритмам шифрования, скорость реализации шифров, неприводимые многочлены, модульная арифметика.

### Введение.

В настоящее время при обработке информации в информационно-телекоммуникационных системах основным криптографическим средством обеспечения ее конфиденциальности является класс симметричных блочных алгоритмов шифрования. К современным алгоритмам блочного шифрования предъявляют достаточно жесткие требования, связанные с областью применения, возможностью реализации на различных вычислительных платформах и другими факторами. Основные требования: алгоритм должен обеспечивать высокий уровень стойкости, незначительное изменение исходного сообщения должно приводить к существенному изменению зашифрованного сообщения, должен иметь возможность быть реализованным на различных платформах, которые предъявляют различные требования, должен эффективно реализовываться на специализированной аппаратуре, должен быть применим во многих приложениях, должен быть простым для написания кода и т.д [1-3]. Кроме того, при проектировании алгоритмов шифрования немаловажным считается обеспечение приемлемой скорости его работы [4].

Производительность (скорость работы) алгоритма шифрования зависит от вычислительной сложности выполняемых операций, а также от конкретного способа реализации алгоритма. Под требовательностью к ресурсам подразумевается количество оперативной памяти, дискового пространства, процессорного времени, которые необходимы для выполнения алгоритма. Данный показатель зависит как от типа криптографического алгоритма, так и от особенностей его реализации. Как известно, для качественной реализации алгоритмов шифрования программист должен иметь достаточно знаний и опыта в данной области. Поэтому в практических приложениях рекомендуется использовать реализации алгоритмов, выполненные и проверенные опытными специалистами, либо применять качественные и протестированные криптографические библиотеки. При использовании готовых криптографических библиотек, и особенно при тестировании их характеристик, необходимо иметь представление о способах оптимизации программных реализаций криптографических алгоритмов [5].

В данной статье рассматривается несколько вариантов увеличения производительности, имеющих отношение к блоку преобразования Mixer2 алгоритма шифрования «Qamal». Более подробная информация с описанием данного алгоритма приводится в трудах [6, 7].

### Описание блока преобразования Mixer2

Рассмотрим более подробно схему функционирования блока Mixer2. После выполнения блока Mixer1 будет получен новый двумерный массив байтов  $B$  размером  $k \times 4$ , где  $k=4, 6$  или  $8$  в зависимости от размера блока:

$$B = \begin{bmatrix} b_{00} & b_{01} & b_{02} & b_{03} \\ b_{10} & b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ b_{k-1\ 0} & b_{k-1\ 1} & b_{k-1\ 2} & b_{k-1\ 3} \end{bmatrix}.$$

Каждая  $i$ -ая строка массива  $B$  представляется в виде многочлена третьей степени с коэффициентами, принадлежащими конечному полю  $GF(2^8)$ . Эти многочлены имеют вид:

$$b_i(x) = b_{i0}x^3 + b_{i1}x^2 + b_{i2}x + b_{i3}, i = 0, \dots, k-1 \quad (1)$$

Каждый многочлен  $b_i(x)$  умножается на неприводимые многочлены  $m_i(x)$  по модулю  $p(x)$ , где  $p(x)$  также является неприводимым многочленом:

$$r_i(x) = (b_i(x) * m_i(x)) \bmod p(x) \quad (2)$$

В данном случае фиксированные многочлены имеют следующий вид:

$$p(x) = x^4 + x + 55,$$

$$m_0(x) = 168x^3 + 34x^2 + 187x + 186, m_1(x) = 210x^3 + 53x^2 + 210x + 101,$$

$$m_2(x) = 218x^3 + 25x^2 + 150x + 210, m_3(x) = 144x^3 + 75x^2 + 158x + 27,$$

$$m_4(x) = 163x^3 + 4x^2 + 111x + 106, \quad m_5(x) = 150x^3 + 237x^2 + 13x + 53,$$

$$m_6(x) = 99x^3 + 59x^2 + 104x + 205, \quad m_7(x) = 167x^3 + 49x^2 + 241x + 154.$$

При зашифровании необходимо учесть следующее: при длине блока шифрования 128 бит используются первые четыре многочлена  $m_i(x)$ , где  $i = \overline{0, 3}$ , при 192 бит – первые 6 шесть многочленов  $m_i(x)$ , где  $i = \overline{0, 5}$  и при 256 бит – все восемь многочленов  $m_i(x)$ , где  $i = \overline{0, 7}$  [6].

В процессе расшифрования многочлены  $r_i(x)$  определяются следующим образом:

$$r_i(x) = \left( b_i(x) * m_i^{-1}(x) \right) \bmod p(x) \quad (3)$$

где  $m_i^{-1}(x)$  – обратные элементы, имеющие следующий вид:

$$m_0^{-1}(x) = 243x^3 + 72x^2 + 137x + 213, \quad m_1^{-1}(x) = 22x^3 + 115x^2 + 208x + 215,$$

$$m_2^{-1}(x) = 138x^3 + 46x^2 + 139x + 186, \quad m_3^{-1}(x) = 192x^3 + 162x^2 + 60x + 176,$$

$$m_4^{-1}(x) = 253x^3 + 165x^2 + 100x + 82, \quad m_5^{-1}(x) = 127x^3 + 156x^2 + 48x + 34,$$

$$m_6^{-1}(x) = 152x^3 + 75x^2 + 157x + 62, \quad m_7^{-1}(x) = 30x^3 + 115x^2 + 31x + 136.$$

При программной реализации вышеперечисленных многочленов их можно выразить в поле GF(2):

$$168 \text{ } \overbrace{\hspace{1cm}}^{34} \text{ } 187 \text{ } \overbrace{\hspace{1cm}}^{186}$$

$$\begin{aligned}
 m_0 &= 10101000001000101011101110111010; \\
 m_1 &= 11010010001101011101001001100101; \\
 m_2 &= 11011010000110011001011011010010; \\
 m_3 &= 10010000010010111001111000011011; \\
 m_4 &= 10100011000001000110111101101010; \\
 m_5 &= 10010110111011010000110100110101; \\
 m_6 &= 01100011001110110110100011001101; \\
 m_7 &= 10100111001100011111000110011010; \\
 p &= 10000000000000000000000000100110111
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m_0^{-1} &= 11110011010010001000100111010101; \\
m_1^{-1} &= 000101100111001110100011010111; \\
m_2^{-1} &= 10001010001011101000101110111010; \\
m_3^{-1} &= 1100000010100010001110010110000; \\
m_4^{-1} &= 11111101101001010110010001010010; \\
m_5^{-1} &= 01111111001110001100000100010; \\
m_6^{-1} &= 1001100001001011100111010011110; \\
m_7^{-1} &= 0001111001110011000111110001000;
\end{aligned}$$

Стоит отметить, что все операции в преобразовании Mixer2 производятся в непозиционной полиномиальной системе счисления (НПСС).

## Различные способы вычисления Mixer2

## **1-способ вычисления (прямой метод)**

Порядок вычисления выражения (2) следующий: вычисления проводятся в два этапа. Первый – умножение многочленов  $b_i(x)$  и  $m_i(x)$ , второй – деление с остатком полученного произведения на многочлен  $p(x)$  [8].

1-этап. Байтовые значения каждой строки массива В выражаются в поле GF(2) и через операцию конкатенации образуют 32-битовую последовательность  $B_i = (b_{i,31}, b_{i,30}, b_{i,29}, \dots, b_{i,1}, b_{i,0})$ . Далее, после умножения  $B_i$  соответствующим

$M_i = (m_{i,31}, m_{i,30}, m_{i,29}, \dots, m_{i,1}, m_{i,0})$  определяется двоичная последовательность  $Q_i = (q_{i,62}, q_{i,61}, q_{i,60}, \dots, q_{i,1}, q_{i,0})$  длиной 63 бита, где  $i = \overline{0, k-1}$  – номер строки. Элементы  $Q_i$  вычисляются по формуле:

$$q_{i,l} = \sum_{k=0}^l b_{i,l-k} * m_{i,k}, \quad l = \overline{0,62}; \quad (4)$$

Здесь,  $b_{i,l} = 0$  и  $m_{i,l} = 0$  при  $l > 31$ , обозначение  $\sum$ - в нашем случае подразумевает суммирование по модулю 2.

2-этап. Для определения результирующего значения выражения (2) следует найти остаток  $-r_i(x)$  такой, что  $Q_i(x) = t_i(x) * p(x) + r_i(x)$ . Далее, многочлен  $p(x)$  выражается в поле GF(2) в виде последовательности  $P = (p_{32}, p_{31}, p_{30}, \dots, p_1, p_0)$  и вычисление  $Q_i / P$  производится согласно методу деления «в столбик», которое будет продолжаться до тех пор, пока длина остатка  $R_i = (r_{i,l}, r_{i,l-1}, \dots, r_{i,0})$  не станет меньше 33. Полученная 32-битовая последовательность  $R_i = (r_{i,31}, r_{i,30}, \dots, r_{i,0})$  после её разбиения по 8 бит определяет результирующие четыре байта (элемента)  $i$ -ой строки массива  $R$ .

Более подробная информация о процедуре и алгоритме деления с остатком описана в трудах [8] и [9].

*Пример.* Допустим при длине блока шифрования 16 байт после преобразования нами получен следующий массив  $B$ :

$$B = \begin{bmatrix} 241 & 23 & 86 & 74 \\ 43 & 26 & 59 & 147 \\ 237 & 177 & 108 & 169 \\ 44 & 53 & 196 & 170 \end{bmatrix}$$

Двоичное представление элементов 1-ой строки после их конкатенации будет  $B_0 = 11110001000101110101011001001010$ . Умножая на соответствующее значение  $M_0 = 10101000001000101011101110111010$ , получаем

$$Q_0 = 11000010011110010101001101011000010000101101001111100000100100.$$

$$R = \begin{bmatrix} 61 & 116 & 55 & 80 \\ 250 & 22 & 111 & 176 \\ 212 & 27 & 15 & 194 \\ 242 & 231 & 169 & 232 \end{bmatrix}$$

## **2-способ вычисления (метод умножения многочленов с переменными коэффициентами по модулю)**

Данный способ рассматривает нахождение линейных зависимостей (линейных функционалов)  $F_i$  остатков  $r_i(x)$  от многочлена  $z(x)$  с переменными коэффициентами с учетом фиксированных  $m_i(x)$  и  $p(x)$ , где  $i = \overline{0, k-1}$  – номер строки. Общий вид уравнений можно выразить в следующем виде  $r_i(x) = F_i(z(x), m_i(x), p(x))$ . Особенностью рассматриваемого способа считается то, что при фиксированном значении  $m_i(x)$  имеется возможность описать  $r_i(x)$  через коэффициенты многочлена  $z(x)$ .

В программной реализации вычисления производятся в поле GF(2). Исходными данными программы являются двоичные последовательности –  $M_i(m_{i,31}, m_{i,30}, m_{i,29}, \dots, m_{i,1}, m_{i,0})$  и  $P(p_{32}, p_{31}, p_{30}, \dots, p_1, p_0)$  и последовательность неопределенных двоичных переменных –  $Z(z_{31}, z_{30}, z_{29}, \dots, z_1, z_0)$ .

$$m_0=101010000010001010111011101011010, m_1=11010010001101011101001001100101, \\ m_2=11011010000110011001011011010010, m_3=10010000010010111001111000011011, \\ m_4=10100011000001000110111101101010, m_5=10010110111011010000110100110101, \\ m_6=01100011001110110110011001101, m_7=101001111001100011111000110011010);$$

$$\begin{aligned}
 r_{0,31} &= z_0 \oplus z_2 \oplus z_4 \oplus z_{10} \oplus z_{14} \oplus z_{16} \oplus z_{18} \oplus z_{19} \oplus z_{20} \oplus z_{22} \oplus z_{23} \oplus z_{28} \oplus z_{29} \oplus z_{30}; \\
 r_{0,30} &= z_1 \oplus z_3 \oplus z_9 \oplus z_{13} \oplus z_{15} \oplus z_{17} \oplus z_{18} \oplus z_{19} \oplus z_{21} \oplus z_{22} \oplus z_{27} \oplus z_{28} \oplus z_{29} \oplus z_{31}; \\
 r_{0,29} &= z_0 \oplus z_2 \oplus z_8 \oplus z_{12} \oplus z_{14} \oplus z_{16} \oplus z_{17} \oplus z_{18} \oplus z_{20} \oplus z_{21} \oplus z_{26} \oplus z_{27} \oplus z_{28} \oplus z_{30} \oplus z_{31}; \\
 &\dots \\
 r_{0,0} &= z_1 \oplus z_3 \oplus z_5 \oplus z_{11} \oplus z_{15} \oplus z_{17} \oplus z_{19} \oplus z_{20} \oplus z_{21} \oplus z_{23} \oplus z_{24} \oplus z_{29} \oplus z_{30} \oplus z_{31}; \\
 r_{1,31} &= z_0 \oplus z_1 \oplus z_3 \oplus z_6 \oplus z_{10} \oplus z_{11} \oplus z_{13} \oplus z_{15} \oplus z_{16} \oplus z_{17} \oplus z_{19} \oplus z_{22} \oplus z_{24} \oplus z_{26} \oplus z_{30}; \\
 &\dots \\
 r_{7,31} &= z_0 \oplus z_2 \oplus z_5 \oplus z_6 \oplus z_7 \oplus z_{10} \oplus z_{11} \oplus z_{15} \oplus z_{16} \oplus z_{17} \oplus z_{18} \oplus z_{19} \oplus z_{23} \oplus z_{26}; \\
 r_{7,30} &= z_1 \oplus z_4 \oplus z_5 \oplus z_6 \oplus z_9 \oplus z_{10} \oplus z_{14} \oplus z_{15} \oplus z_{16} \oplus z_{17} \oplus z_{18} \oplus z_{22} \oplus z_{25} \oplus z_{31}; \\
 r_{7,29} &= z_0 \oplus z_3 \oplus z_4 \oplus z_5 \oplus z_8 \oplus z_9 \oplus z_{13} \oplus z_{14} \oplus z_{15} \oplus z_{16} \oplus z_{17} \oplus z_{21} \oplus z_{24} \oplus z_{30} \oplus z_{31}; \\
 &\dots \\
 r_{7,0} &= z_1 \oplus z_3 \oplus z_6 \oplus z_7 \oplus z_8 \oplus z_{11} \oplus z_{12} \oplus z_{16} \oplus z_{17} \oplus z_{18} \oplus z_{20} \oplus z_{24} \oplus z_{27};
 \end{aligned} \tag{5}$$

Для получения результатов процедуры Mixer2 для каждой строки в качестве переменных  $Z = (z_{31}, z_{30}, z_{29}, \dots, z_1, z_0)$  используется двоичное представление байтов  $i$ -ой строки массива  $B - B_i = (b_{i,31}, b_{i,30}, b_{i,29}, \dots, b_{i,1}, b_{i,0})$ , где  $i = \overline{0, k-1}$  — номер строки,  $k = 4, 6$  или  $8$ .

В конечном итоге искомый результат принимает следующий вид:

$$R = \begin{bmatrix} r_{0,31} r_{0,30} r_{0,29} \dots r_{0,24} & r_{0,23} r_{0,22} r_{0,21} \dots r_{0,16} & r_{0,15} r_{0,14} r_{0,13} \dots r_{0,8} & r_{0,7} r_{0,6} r_{0,5} \dots r_{0,0} \\ r_{1,31} r_{1,30} r_{1,29} \dots r_{1,24} & r_{1,23} r_{1,22} r_{1,21} \dots r_{1,16} & r_{1,15} r_{1,14} r_{1,13} \dots r_{1,8} & r_{1,7} r_{1,6} r_{1,5} \dots r_{1,0} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i,31} r_{i,30} r_{i,29} \dots r_{i,24} & r_{i,23} r_{i,22} r_{i,21} \dots r_{i,16} & r_{i,15} r_{i,14} r_{i,13} \dots r_{i,8} & r_{i,7} r_{i,6} r_{i,5} \dots r_{i,0} \end{bmatrix}$$

где битовое значение  $r_{i,j}$  вычисляется по формулам (5).

*Пример.* Рассмотрим тот же пример:

$$B = \begin{bmatrix} 241 & 23 & 86 & 74 \\ 43 & 26 & 59 & 147 \\ 237 & 177 & 108 & 169 \\ 44 & 53 & 196 & 170 \end{bmatrix}$$

Двоичное представление 1-ой строки  $B_0 = 11110001000101110101011001001010$ .

В формулах (3) в качестве переменных  $z_l$  берутся элементы  $b_{0,l}$  строки  $B_0$ ,  $l = \overline{0, 31}$ . Далее, вычисляем

$$r_{0,31} = b_{0,0} \oplus b_{0,2} \oplus b_{0,4} \oplus b_{0,10} \oplus b_{0,14} \oplus b_{0,16} \oplus b_{0,18} \oplus b_{0,19} \oplus b_{0,20} \oplus b_{0,22} \oplus b_{0,23} \oplus b_{0,28} \oplus b_{0,29} \oplus z_{0,30} = 0;$$

...

$$r_{0,29} =$$

$$b_{0,0} \oplus b_{0,2} \oplus b_{0,8} \oplus b_{0,12} \oplus b_{0,14} \oplus b_{0,16} \oplus b_{0,17} \oplus b_{0,18} \oplus b_{0,20} \oplus b_{0,21} \oplus b_{0,26} \oplus b_{0,27} \oplus b_{0,28} \oplus b_{0,30} \oplus b_{0,31} = 1;$$

...

$$r_{0,0} = b_{0,1} \oplus b_{0,3} \oplus b_{0,5} \oplus b_{0,11} \oplus b_{0,15} \oplus b_{0,17} \oplus b_{0,19} \oplus b_{0,20} \oplus b_{0,21} \oplus b_{0,23} \oplus b_{0,24} \oplus b_{0,29} \oplus b_{0,30} \oplus b_{0,31} = 0;$$

В итоге получаем значение  $R_0 = 00111101 01110100 001101110 1010000$ . Поступая таким же образом с другими строками и выражая их в байтах, окончательно определяем, что

$$R = \begin{bmatrix} 61 & 116 & 55 & 80 \\ 250 & 22 & 111 & 176 \\ 212 & 27 & 15 & 194 \\ 242 & 231 & 169 & 232 \end{bmatrix}$$

### 3-способ вычисления (метод больших чисел)

Особенностью данного метода является то, что операция умножения по модулю выполняется в позиционной системе счисления по целочисленному основанию 10. Поэтому, фиксированные данные отображаем в десятеричном виде:  $p = 4\ 294\ 967\ 607$ ,  $m_0 = 2\ 820\ 848\ 570$ ,  $m_1 = 3\ 526\ 742\ 629$ ,  $m_2 = 3\ 659\ 110\ 098$ ,  $m_3 = 2\ 420\ 874\ 779$ ,  $m_4 = 2\ 734\ 976\ 874$ ,  $m_5 = 2\ 532\ 117\ 813$ ,  $m_6 = 1\ 664\ 837\ 837$ ,  $m_7 = 2\ 805\ 068\ 186$ .

Все четыре байта каждой строки массива  $B$  образуют единое числовое значение по формуле:

$$B_i = 2^{24}b_{i0} + 2^{16}b_{i1} + 2^8b_{i2} + b_{i3}, i = \overline{0, k-1}. \quad (6)$$

В программной реализации можно использовать следующее выражение:

$$B_i = (b_{i0} \ll 24) + (b_{i1} \ll 16) + (b_{i2} \ll 8) + b_{i3}, i = \overline{0, k-1}.$$

Здесь, операция “ $\ll$ ” осуществляет левый сдвиг двоичного представления байта  $b_{ij}$  на указанное количество битов, добавляя справа нули,  $j = \overline{0, 3}$ .  $B_i$  и  $R_i$  – 64 битовые целочисленные значения (тип Int64).

Результаты преобразования Mixer2 вычисляются по формуле:

$$R_i = (B_i * m_i) \bmod p, i = \overline{0, k-1} \quad (7)$$

Самый простой способ вычисления значения (7) – умножить  $B_i$  на  $m_i$ , потом разделить на  $p$  и взять остаток. При больших данных этот подход чрезвычайно затратен по количеству операций и довольно сложен для реализации. Поэтому, для программной реализации более оптимальным способом считается следующий численный алгоритм [10]:

1. Положить  $R_i = 0$ .
2. Если  $m_i = 0$ , то перейти на шаг 7.
3. Если  $m_i$  – нечетное, то положить  $R_i = R_i \oplus B_i$ .
4. Положить  $B_i = 2 * B_i$ .
5. Если  $B_i \geq 2^{32}$ , то положить  $B_i = B_i \oplus p$ .
6. Положить  $m_i = [m_i/2]$ .

При  $m_i \neq 0$  вернуться на шаг 3.

7. Результат:  $R_i$ .

На шаге 6 [\*] означает целую часть от деления.

Для того, чтобы из вычисленного  $R_i$  получить четыре байта строки массива  $R$ , используются следующие формулы:

$$\begin{aligned} r_{i,0} &= [R_i/2^{24}]; \\ r_{i,1} &= [(R_i - r_{i,0})/2^{16}]; \\ r_{i,2} &= [(R_i - r_{i,0} - r_{i,1})/2^8]; \\ r_{i,3} &= R_i - r_{i,0} - r_{i,1} - r_{i,2}; \end{aligned} \quad (8)$$

здесь квадратная скобка [] означает целую часть от деления.

Для программной реализации можно использовать следующие операции:

$$\begin{aligned} r_{i,0} &= R_i \gg 24; \\ r_{i,1} &= (R_i \ll 8) \gg 24; \\ r_{i,2} &= (R_i \ll 16) \gg 24; \\ r_{i,3} &= (R_i \ll 24) \gg 24; \end{aligned}$$

Поступая таким образом для  $i = \overline{0, k-1}$ , где  $k = 4, 6$  или  $8$  в зависимости от длины блока окончательно определяем:

$$R = \begin{bmatrix} r_{0,0} & r_{0,1} & r_{0,2} & r_{0,3} \\ r_{1,0} & r_{1,1} & r_{1,2} & r_{1,3} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k-1,0} & r_{k-1,1} & r_{k-1,2} & r_{k-1,3} \end{bmatrix}$$

*Пример.* Рассмотрим тот же пример:

$$B = \begin{bmatrix} 241 & 23 & 86 & 74 \\ 43 & 26 & 59 & 147 \\ 237 & 177 & 108 & 169 \\ 44 & 53 & 196 & 170 \end{bmatrix}$$

Исходя из формулы (6), получаем

$$B_0 = 4\ 044\ 838\ 474, B_1 = 723\ 139\ 475, B_3 = 3\ 987\ 827\ 881, B_4 = 741\ 721\ 258.$$

Далее, по формуле (7) вычисляются

$R_0 = 1\ 031\ 026\ 512, R_1 = 723\ 139\ 475, R_3 = 3\ 987\ 827\ 881, R_4 = 741\ 721\ 258.$  Теперь, используя (8), получаем результат:

$$R = \begin{bmatrix} 61 & 116 & 55 & 80 \\ 250 & 22 & 111 & 176 \\ 212 & 27 & 15 & 194 \\ 242 & 231 & 169 & 232 \end{bmatrix}$$

### Экспериментальные результаты

В результате работы разработаны три алгоритма преобразования Mixer2. Алгоритмы реализованы в виде отдельных программ на языке Delphi6. Так как преобразование Mixer2 является симметричным относительно начальных параметров  $m_i(x)$  и  $m_i^{-1}(x)$ , для оценки скорости реализации вычисления Mixer2 рассматривался только процесс зашифрования. Для определения быстродействие каждого из трех способов вычисления, выполнялись одни и те же операции 1000 раз, после чего полученное время было разделено на 1000. При проведении эксперимента все измерений времени выполнялись на ПЭВМ характеристиками Intel(R) Core i7-8700 частотой 3.20 Гц и 32 Гб оперативной памяти. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица-1. Сравнение скорости работы полученных реализаций

Длина блока, бит	1-способ ,с	2-способ,с	3-способ , с
128	0,00039	0,0000219	0,0000031
192	0,00051	0,0000312	0,0000063 .
256	0,00066	0,0000375	0,0000078

Суть эксперимента заключалась в определении скорости вычисления преобразования Mixer2. По данным таблицы 1 в зависимости от длины блока шифрования можно заметить следующие моменты. Если сравнивать реализации по времени выполнения, то для всех случаев длины блока шифрования (128 бит, 192 бита и 256 бит) их скорости взаимно пропорциональны. То есть, 2-способ вычисления в 16 раз быстрее, чем 1-й способ, а 3-й способ – 7 раз быстрее, чем 2-й способ. В итоге, 1-ый способ вычисления в 112 раз медленнее, чем 3-й независимо от длины блока шифрования. Этот факт объясняется тем, что наибольшую часть времени вычисления занимает использование массивов и строк, где каждый элемент сохраняется в виде отдельного байта. Известно, что обращение к элементам массивов и строк чувствительно снижает скорость вычисления. В связи с этим, более оптимальном по времени способом вычисления является 3-способ, основанный на использовании больших чисел, где используются простые логические операции. Если сравнить время реализации в зависимости от длины блока шифрования, тогда оно возрастает линейно, то есть больших отклонений от нормы не выявлены.

**Заключение.** Как показывает практика, обращение к массиву данных является ресурсозатратной операцией и значительно снижает скорость вычисления. По результатам экспериментальных данных установлено, что наиболее эффективным при реализации данного преобразования с точки зрения скорости является применение больших чисел (3 способ вычисления), где данные строки, состоящие из четырех байтов, рассматриваются как одно число типа «Int64» в языке программирования Delphi6.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Camel Tanougast, Progress in Data Encryption Research. - Nova Science Publishers Inc, - 2013. 158 p.
- [2] Ященко В. Введение в криптографию, 4-е изд., доп. М.: МЦНМО, 2012. - 348 с.
- [3] Douglas R. Stinson, Maura B. Paterson, Cryptography : Theory and Practice, - Boca Raton - CRC Press, Taylor & Francis Group, - 2019. 580 p.
- [4] Горбенко И.Д., Долгов В.И., Олейников Р.В., Руженцев В.И., Михайленко М.С., Горбенко Ю.И. «Разработка требований и принцип проектирования перспективного симметричного блочного алгоритма шифрования».
- [5] Симонова О. Н. Особенности оценки качества и оптимизации алгоритмов симметричного шифрования // Молодой ученый. — 2016. — №9. — С. 79-81. — URL.

- [6] Algazy K., Biyashev R., Kapalova N., Babenko L., Ishchukova E., Nyssanbayeva S. Investigation of the different implementations for the new cipher Qamal, Proceedings of the 12th International Conference on Security of Information and Networks, Sochi, Russia, 2019.
- [7] Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка программных и программно-аппаратных средств для криптографической защиты информации при ее передаче и хранении в инфокоммуникационных системах и сетях общего назначения», 2018 г., № гос. регистрации 0118PK01064.
- [8] Вельшенбах М. Криптография на Си и С++ в действии. – М.: «Триумф», 2004.
- [9] Knuth D. E. The art of computer programming. Vol 2. Seminumerical algorithms, 3-rd edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1998.
- [10] Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы и исходные тексты на языке С.– М.: «Триумф», 2003.

Сакан К.С., Алғазы К.Т., Дюсенбаев Д.С.

**«Qamal» шифрлау алгоритмінің mixer2 блогінің есептеу өнімділігін арттырудың кейбір тәсілдері**

**Түйіндеме.** «Qamal» шифрлау алгоритмінің Mixer2 блогінің есептеу өнімділігін арттырудың үш тәсілінің ішіндегі тиімдісін анықтау мақсатында жұмыс жүргізілді. Жиі қолданылатын операциялардың құрамына кіретін Галуа ерісіндегі көбейту, кіретін блоктің бекітіліп алғынған параметрлерге қатысты тендеулерді қолдану, биттік опреациялар, үлкен сандарды модуль бойынша көбейту сияқты операциялар қарастырылған. Берілгендердің реализациялаудың түрлі варианттары қарастырылған, олардың жұмыс істеу жылдамдықтарын анықтау мақсатында оларға тестілеулер жүргізілген. Сонында Mixer2 түрлендіруіне есептеу жүргізуін тиімді жолы анықталды.

**Түйін сөздер:** шифрлаудың симметриялы алгоритмдері, шифрлау алгоритмдеріне қойылатын талаптар, шифрларды шифрлаудың жылдамдығы, келтірілмейтін көпмүшеліктер, модулярлы арифметика.

УДК 004.056.5

**N. Kapalova, A. Varennikov**

(Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK, Kazakhstan,  
e-mail: kapalova@ipic.kz, avarennikov@gmail.com)

**CRYPTOGRAPHIC KEY MANAGEMENT SYSTEM MODEL BASED ON NPNs**

**Abstract.** In this paper, we consider a model of a cryptographic key management system using asymmetric encryption algorithms and electronic digital signature based on non-positional polynomial number systems (NPNs).

**Keywords:** cryptography, non-positional, generation, management, key.

**Н. Капалова, А. Варенников**

(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан  
e-mail: kapalova@ipic.kz, avarennikov@gmail.com)

**МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИМИ КЛЮЧАМИ  
НА ОСНОВЕ НПСС**

**Аннотация.** В данной работе рассматривается модель системы управления криптографическими ключами с использованием алгоритмов асимметричного шифрования и электронной цифровой подписи на основе непозиционных полиномиальных систем счисления (НПСС).

**Ключевые слова:** криптография, непозиционный, генерация, управление, ключ.

**Введение**

Одним из основных средств, используемых для защиты информации в компьютерных системах, являются криптографические преобразования. Современные криптографические методы используют криптографические ключи и систему управления криптографическими ключами. Управление ключами является наиболее уязвимым местом криптографических приложений. Использовать криптографические технологии просто, однако безопасно хранить, использовать ключи и обмениваться ключами гораздо сложнее [1].

Вопрос обновления ключей непосредственно связан с одной из проблем управления ключами – распределением ключей. Существуют несколько подходов [2]:

- Физическое распределение.
- Выдача общего ключа участникам взаимодействия центром выдачи ключей - схема "абонентского шифрования".
- Предоставление центром сертификации ключей доступа к открытым ключам пользователей и выдача секретных ключей пользователям.
- Сеть доверия. Используется в асимметричных криптосистемах. Пользователи сами распространяют свои ключи и следят за ключами других пользователей.
- Протоколы обмена ключами. Выработка секретного ключа и обмен им производится по незащищенным каналам связи между участниками взаимодействия, которые до этого не имели общего секретного ключа.

Недостаток методов, использующих центр распределения ключей, заключается в том, что в центре известно, кому и какие ключи назначены, что позволяет читать все сообщения, циркулирующие в информационной системе. При прямом обмене ключами возникает проблема аутентификации подлинности субъектов.

В работе рассматривается модель системы управления криптографическими ключами с использованием алгоритмов асимметричного шифрования и электронной цифровой подписи на основе НПСС. Предлагаемой системе используются модифицированные алгоритмы шифрования и ЭЦП Эль-Гамала.

### 1 Система управления криптографическими ключами

Известные схемы с открытым ключом были разработаны после предложенной в 1976 году концепции криптографии с открытым ключом [3]. В таких схемах у каждого пользователя есть пара ключей (СК, ОК). Первый, СК, является секретным ключом, известный только пользователю. Второй, ОК, является открытым ключом, который общедоступен. Два ключа, секретный и открытый, математически связаны.

Асимметричные системы шифрования из-за сложных вычислений, требуемых алгоритмами, уступают по скорости работы симметричным системам шифрования.

Симметричные криптосистемы быстрые, но имеют один существенный недостаток - это необходимость защищённой передачи ключей. Для преодоления этого недостатка прибегают к асимметричным криптосистемам. Например, для симметричного алгоритма генерируется случайный сеансовый ключ. Такой ключ, как правило, имеет размер от 128 до 512 бит (в зависимости от алгоритма). Этот ключ используется в симметричных алгоритмах для шифрования сообщения. Что касается самого случайного ключа, он должен быть зашифрован с помощью открытого ключа получателя сообщения, и именно на этом этапе применяется криптосистема с открытым ключом. Поскольку сеансовый ключ короткий, его шифрование занимает немного времени. Затем достаточно отправить сообщение, зашифрованное симметричным алгоритмом, а также соответствующий ключ в зашифрованном виде. Получатель сначала расшифровывает ключ с помощью своего секретного ключа, а затем с помощью полученного ключа получает и всё сообщение.

Разрабатываемая система управления ключами предназначена для симметричных алгоритмов шифрования (разработанных в рамках других проектов лаборатории информационной безопасности ИИВТ КН МОН РК). В данной системе каждый симметричный ключ (называемый сеансовым ключом) используется только один раз, и только для одного сообщения. Чтобы защитить сеансовый ключ, он зашифровывается открытым ключом получателя.

Для обеспечения подлинности (аутентификации) отправителя и целостности сообщения используются множество методов и подходов, в том числе и самосертифицированные открытые ключи.

В рекомендации CCITT X509 используется цифровая подпись [4], а в схемах, введенных Шамиром, открытый ключ - это не что иное, как идентификатор [5-7], в [8-10] используют схему цифровой подписи RSA и открытые ключи с самостоятельной сертификацией.

Предлагаемая схема основана на задачах дискретного логарифма. Так как открытый ключ одновременно является гарантом своей подлинности, то его можно назвать самосертифицированным, и у каждого пользователя есть три атрибута (I, СК и ОК), где I – это идентификатор пользователя, СК – секретный ключ, ОК – открытый ключ. Схемы с использованием самосертифицированных открытых ключей не основаны ни на сертификатах, поскольку не существует отдельного сертификата, ни на основе идентификационных данных, поскольку открытый ключ не ограничивается идентификацией. Как следствие, они способствуют уменьшению объема хранилища и вычислений (в частности, они не

требуют применения хеш-функций доверенной стороной), в то время как секретные ключи по-прежнему выбираются самим пользователем и остаются неизвестными другим участникам (и, в том числе, доверительному центру).

## 2 Модифицированная система асимметричного шифрования по схеме Эль-Гамаля

На основании результатов исследования схем распределения криптографических ключей и подходов по обеспечению аутентификации ключей проведены работы по построению схемы открытого распределения криптографических ключей с использованием ранее предложенной модифицированной асимметричной системы шифрования Эль-Гамаля. Результаты разработки и исследования модифицированной системы асимметричного шифрования по схеме Эль-Гамаля с использованием непозиционных полиномиальных систем счисления (НПСС) опубликованы в работах [11-12] (рисунок 1). Предлагаемая схема основана на гибридном модифицированной системы шифрования и ЭЦП Эль-Гамаля.

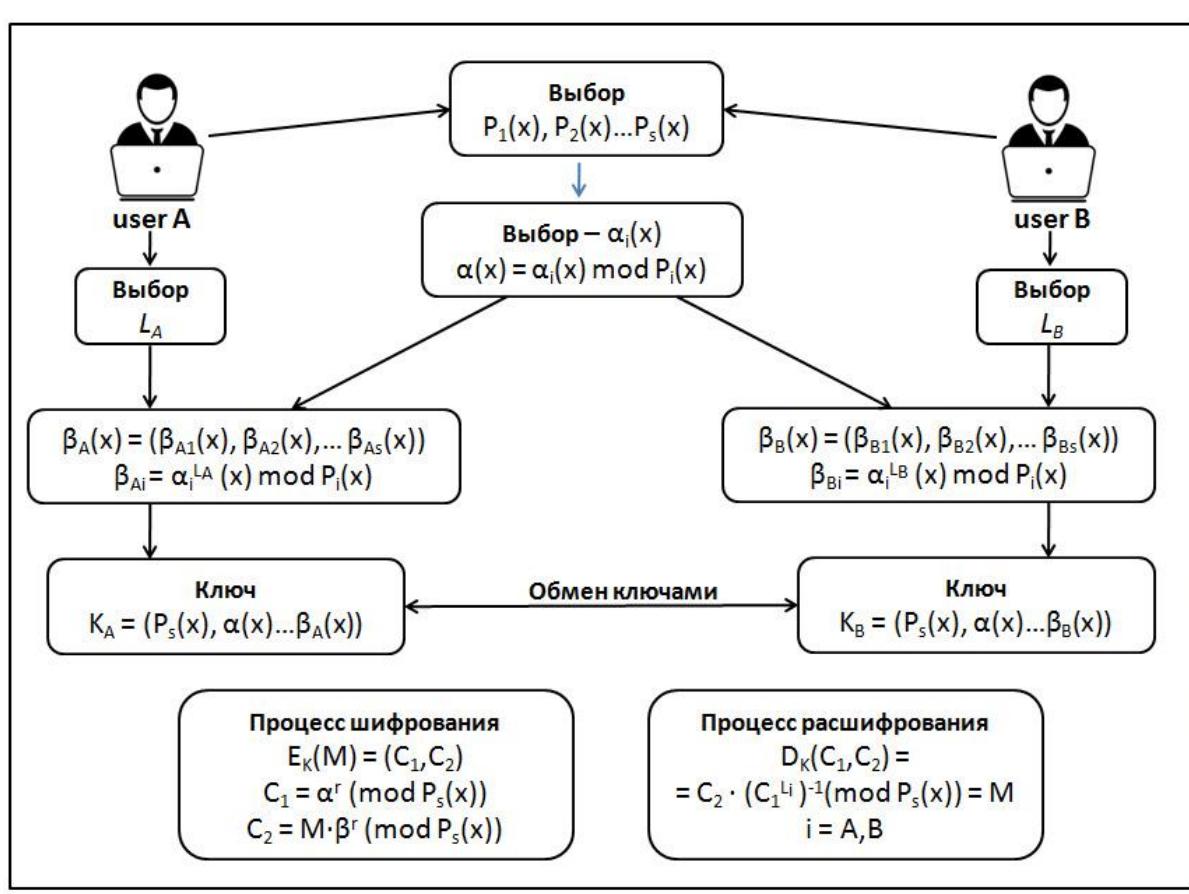


Рис.1. Схема модифицированного асимметричного шифрования по схеме Эль-Гамаля

Разработанный ранее нетрадиционный асимметричный алгоритм шифрования электронного сообщения  $M$  по схеме Эль-Гамаля осуществляется следующим образом [10].

1) Вначале производится формирование НПСС: ее рабочими основаниями выбираются неприводимые многочлены

$$p_1(x), p_2(x), \dots, p_s(x) \quad (1)$$

над полем  $GF(2)$  степени  $m_1, m_2, \dots, m_s$ , соответственно. Полиномы (1), с учетом порядка их расположения, образуют одну систему оснований. Все основания должны быть различными, и в том случае, если они имеют одну степень (для выполнения китайской теоремы об остатках). Рабочий диапазон НПСС определяется многочленом (модулем)

$$P_s(x) = p_1(x)p_2(x) \cdots p_s(x)$$

$$\text{степени } m = \sum_{i=1}^S m_i.$$

В НПСС любой многочлен  $F(x)$  степени меньше  $m$  имеет единственное непозиционное представление вида

$$F(x) = (z_1(x), z_2(x), \dots, z_S(x)), \quad (2)$$

где  $F(x) \equiv z_i(x)(\text{mod}(p_i(x)), i = \overline{1, S})$ . По виду (2) восстанавливается позиционное представление  $F(x)$  следующим образом:

$$F(x) = \sum_{i=1}^S z_i(x)B_i(x), \text{ где } B_i(x) = \frac{P_S(x)}{p_i(x)}M_i(x) \equiv 1(\text{mod } p_i(x)). \quad (3)$$

Выбор многочленов  $M_i(x)$  осуществляется таким образом, чтобы выполнялось сравнение в (3).

2) Для каждого основания  $p_i(x)$  выбирается примитивный элемент (многочлен)  $\alpha_i(x)$  из полной системы вычетов по модулю  $p_i(x)$ , т. е. степени  $\alpha_i(x)$  не превышают  $m_i$ , где  $i = \overline{1, S}$ . Тогда примитивный элемент в модифицированном нетрадиционном алгоритме шифрования интерпретируется как последовательность остатков от деления некоторого многочлена  $\alpha(x)$  на основания  $p_1(x), p_2(x), \dots, p_S(x)$  соответственно:

$$\alpha(x) = (\alpha_1(x), \alpha_2(x), \dots, \alpha_S(x)),$$

где  $\alpha(x) \equiv \alpha_i(x)(\text{mod } p_i(x)), i = \overline{1, S}$ .

Выбранные рабочие основания и соответствующие им примитивные многочлены  $\alpha_i(x)$  держатся в секрете.

Для восстановления результата в позиционном виде по его остаткам определяются базисы НПСС по формуле (3). Для этого вычисляются многочлены  $\delta_i(x) \equiv \frac{P_S(x)}{p_i(x)}(\text{mod } p_i(x))$  и инверсные к ним полиномы  $\delta_i^{-1}(x) \cdot \delta_i(x) \equiv 1(\text{mod } p_i(x))$ . Тогда базисы, которые также являются секретными параметрами алгоритма, находятся по формуле  $B_i(x) = \delta_i^{-1}(x) \cdot \frac{P_S(x)}{p_i(x)}$ .

3) Затем пользователи  $A$  и  $B$  независимо друг от друга выбирают соответственно личные (закрытые) ключи  $l_A$  и  $l_B$  такие, чтобы  $1 < l_A, l_B < 2^m$ .

4) Потом пользователи  $A$  и  $B$  вычисляют третий элемент открытого ключа, соответственно:

$$\beta_A(x) = (\beta_{A_1}(x), \beta_{A_2}(x), \dots, \beta_{A_S}(x)), \text{ где } \beta_{A_i}(x) \equiv \alpha_i^{l_A}(x)(\text{mod}(p_i(x))), i = \overline{1, S};$$

$$\beta_B(x) = (\beta_{B_1}(x), \beta_{B_2}(x), \dots, \beta_{B_S}(x)), \text{ где } \beta_{B_i}(x) \equiv \alpha_i^{l_B}(x)(\text{mod}(p_i(x))), i = \overline{1, S}.$$

Все операции возведения в степень производятся в непозиционной полиномиальной системе счисления, поэтому вычисление этих операций может выполняться параллельно по модулям полиномов, выбранных в качестве оснований системы.

5) После этого стороны  $A$  и  $B$  обмениваются вычисленными значениями открытых ключей,  $K_A(x) = (P_S(x), \alpha(x), \beta_A(x)), K_B(x) = (P_S(x), \alpha(x), \beta_B(x))$ , соответственно, по незащищенному каналу в двоичном представлении.

6) Используя открытые ключи адресата пользователи  $A$  и  $B$  выполняют процесс шифрования сообщения  $M$  по аналогии с традиционной схемой Эль-Гамаля:  $E_k(M) = (C_1, C_2)$ , где  $C_1 = \alpha^r \pmod{P_s(x)}$ ,  $C_2 = M \cdot \beta^r \pmod{P_s(x)}$ , где  $r$  - случайно выбираемое число (рандомизатор) и  $0 \leq r \leq 2^m$  (также для каждого рабочего основания можно выбирать разные рандомизаторы).

7) Для расшифрования  $D_k$  зашифрованного сообщения пользователи  $A$  и  $B$  используют свои личные ключи в соответствии с формулой:  $D_k(C_1, C_2) = C_2 \cdot (C_1^{l_i})^{-1} \pmod{P_s(x)} = M$ , где  $i = A, B$ .

Все вычисления в НПСС могут производиться параллельно по модулям рабочих оснований  $p_1(x), p_2(x), \dots, p_s(x)$ , что позволяет существенно увеличить скорость выполнения операций.

### 3 Модифицированная система электронной цифровой подписи по схеме Эль-Гамаля

Рассматриваемая схема предполагает, что пользователи по принципу доверия могут подтвердить подлинность открытых ключей друг друга. Допустим, пользователи  $A$  и  $C$  доверяют пользователю  $B$ . Для того чтобы установить доверие между  $A$  и  $C$  пользователь  $B$  выступает гарантом при проверке подлинности ключей.

Как описано выше, открытыми ключами пользователей  $A$ ,  $B$  и  $C$  являются  $K_A(x) = (P_s(x), \alpha(x), \beta_A(x))$ ,  $K_B(x) = (P_s(x), \alpha(x), \beta_B(x))$  и  $K_C(x) = (P_s(x), \alpha(x), \beta_C(x))$ . Для того чтобы открытые ключи обладали свойством самостоятельной сертификации (без центра доверия), используем модифицированную систему ЭЦП Эль-Гамаля на базе НПСС. Краткое описание приведено ниже.

1) Процесс вычисления открытых и секретных ключей (пункты 1-5 раздела 2) соответствует с алгоритмом шифрования;

Затем пользователь  $B$  подписав открытый ключ  $C$ , устанавливает доверие между пользователями  $A$  и  $C$ , т.е. для проверки подлинности ключей  $C$  пользователем  $A$ .

2) Вычисление подписи происходит аналогично алгоритму ЭЦП Эль-Гамаля:

- Используя свой секретный ключ, пользователь  $B$  выполняет процесс формирования цифровой подписи идентификатора  $I_C$  и открытого ключа  $K_C$  пользователю  $C$ .

- Пользователь  $B$  выбирает случайные числа  $r_i$  такие, что

$1 \leq r_i < n_i = (2^{m_i} - 1)$  и  $\text{НОД}(r_i, n_i) = 1$ , где  $m_i$  – степень полинома  $p_i(x)$ ,  $i = \overline{1, S}$ .

- Находит обратные элементы  $r_i^{-1}$ ,  $i = \overline{1, S}$ .

- Вычисляет первую часть цифровой подписи  $S'_i(x) = (\alpha_i(x))^{r_i} \pmod{p_i(x)}$ ,  $i = \overline{1, S}$ .

- Вычисляет вторую часть цифровой подписи

$$S'' = r_i^{-1} (M_i - l_B \cdot S'_i) \pmod{n_i}, i = \overline{1, S},$$

$l_B$  – секретный ключ пользователя  $B$ , а  $M_i$  –  $i$ -ый фрагмент сообщения  $M = h(I_C, K_C)$ , где  $h$  – некоторая хеш-функция.  $I_C$  и  $K_C$  соответственно идентификатор и открытый ключ пользователя  $C$ .

3) Затем публикуются открытый ключ  $C$  с подписью  $B \text{ Sig}_B(K_C) = (S'_i(x), S''_i) : (K_C, \text{Sig}_B(K_C))$

4) Далее пользователь  $C$  доказывает пользователю  $A$ , что он является именно  $C$ . Это можно сделать с помощью проверки подписи  $B$ .

- Чтобы проверить подпись пользователя  $B$  с использованием открытого ключа пользователя  $C$ , пользователь  $A$  должен выполнить следующее:

1. Получить открытый ключ пользователя  $C$   $K_C(x)$ .

2. Вычислить первую часть проверочного значения.

$$V'_i(x) = (\beta_i(x))^{S'_i} \cdot (S'_i(x))^{S''_i} \pmod{p_i(x)}, i = \overline{1, S}$$

3. Вычислить вторую часть проверочного значения.

$$V''_i(x) = (\alpha_i(x))^{M_i} \pmod{p_i(x)}, i = \overline{1, S}$$

4. Если  $V'_i = V''_i$ ,  $i = \overline{1, S}$ , то подпись принимается. Т. е. пользователь  $A$  устанавливает доверие пользователю  $C$ , так как его открытый ключ подписан доверяющим пользователем  $B$ .

### Заключение

Разработка алгоритмов с применением систем остаточных классов обладает следующими преимуществами:

- отсутствие межразрядных переносов;
- относительно небольшие числа, участвующие в модульных операциях;
- возможность обнаружения и коррекция ошибок;
- возможность разработки высокоеффективных средств защиты информации в различных электронных системах и сетях.

Рассмотренный нами алгоритм может решить некоторые вопросы управления ключами, приведенные выше. Следующими этапами работ будут исследование надежности предложенной модели и ее программная реализация. Будут также проводиться работы по тестированию и внедрению модели управления ключами в криптографические системы.

Работа выполнена в рамках программы грантового финансирования АР05132568 «Разработка системы управления криптографическими ключами» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Фомина И.А. Управление ключами в криптографических системах // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Сер. информат. - 2010. - №4 (1), - С. 165-169.
- [2] Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. М.: Изд-во «Триумф», 2003. 816 с.
- [3] Diffie W. and Hellman M. New directions in cryptography // IEEE Transactions on Information Theory. – 1976. - Vol.1, T.22. - P.644-654.
- [4] [X.509-00] ITU-T. Recommendation X.509: The Directory — Authentication Framework, 2000 // <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.509>: 05.2019.
- [5] Fiat A. and Shamir A. How to prove yourself: Practical solutions to identification and signature problems // Proc. of CRYPTO86, Advances in Cryptology. - Springer-Verlag, 1987. - P.186-194.
- [6] Shamir A. Identity-based cryptosystems and signature schemes // Proc. of CRYPT0'84. Advances in Cryptology. - Springer-Verlag, 1985. - P.47-53.
- [7] Guillou LC. and Quisquater J.J. A practical zero-knowledge protocol fitted to security microprocessors minimizing both transmission and memory // Proc. of EUROCRYPT88. Advances in Cryptology. - Springer-Verlag, 1988. - P. 123-128.
- [8] Paillls J.C. and Girault M. CRIPt: A public-key based solution for secure data communications // Proc. of SECURICOM. – 1989. - P.171-185.
- [9] Girault M. and Pailles J.C. An identity-based identification scheme providing zero-knowledge authentication and authenticated key exchange // Proc. of ESORICS. – 1990. - P.173-184.
- [10] Girault M. An identity-based identification scheme based on discrete logarithms modulo a composite number // Proc. of EUROCRYPT90. - Springer-Verlag, 1991. - P.481-486.
- [11] Капалова Н.А. Исследование криптоустойчивости алгоритма шифрования Эль-Гамаля на базе непозиционных полиномиальных систем счисления // Информационная безопасность. Матер. XII Межд. науч.-практ. конф. - Таганрог, ТТИЮФУ, 2012. – Ч. 1. - С. 253-258.
- [12] Капалова Н.А. Модифицированный алгоритм шифрования Эль-Гамаля на базе непозиционных полиномиальных систем счисления // Известия Национальной академии наук РК. – Алматы, 2013. – № 1. – С. 22-26.

Капалова Н., Варенников А.

### ПЕПЖ негізінде криптографиялық кілттерді басқару жүйесінің моделі

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста позициялық емес полиномдық сандық жүйелерге (ПЕПЖ) негізделген асимметриялық шифрлау алгоритмдері мен электронды сандық қолтаңбаларды қолдана отырып, криптографиялық кілттерді басқару жүйесінің моделін қарастырамыз.

**Түйін сөздер:** криптография, позициялық емес, генерация, басқару, кілт.

UDC 661.1:541.18

A. Dyuryagina, A. Lutsenko, V. Tuykanko

(M. Kozybaev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Kazakhstan.

E-mail: [l-a.13@mail.ru](mailto:l-a.13@mail.ru)

## OPTIMIZATION OF PIGMENT AND FILLER DISAGGREGATION PROCESSES USING PROBABILISTIC-DETERMINISTIC MODELING TECHNIQUES

**Abstract.** Based on the use of the principles of probability-deterministic modeling, a multifactorial model of the process of dispersing inorganic pigment in pentaphthal paint compositions has been created. The main factors influencing the disaggregation rates of solid phase particles were the quantitative content in solvent suspensions, surface-active substance, relative content of titanium dioxide. After the approximation of private dependencies, one-parametric equations characterize the effect on the function of the response of each factor separately. The total number of solid phase ( $N$ ) particles per fixed area ( $S=0.38 \text{ mm}^2$ ) was accepted for the response function. To build a generalized model used a multifactorial equation of nonlinear multiple correlation. The adequacy of the resulting model (for the 95th level of significance) was assessed on the basis of correlation ( $R$ ) and significance ( $t_R$ ). The calculations showed a comprehension convergence of experimental and calculated values of the  $R=0.94$ ,  $t_R>2$  response function. Based on the solution of the generalized equation, the optimal costs of surface-active substance, solvent and pigment in suspension were determined. Based on the results of the balance sheet experiments performed with the above composition, a satisfactory convergence of the promoted and practical values of  $N$  has been established; the average quadratic deviation doesn't exceed 1.2%.

**Keywords:** dispersion, pigment, surfactants, disaggregation, suspension, average diameter, fraction, modification.

### 1. Introduction.

An important technological characteristic of paintwork materials, which determine the coverage and protective properties of their coatings, is the degree of disaggregation of pigments and fillers. In freshly prepared suspensions of paintwork materials the development of aggregation and disaggregation processes depends both on the surface properties of the solid-phase components themselves and on the qualitative and quantitative composition of cover-formers, solvents and surfactants. To optimize the composition of coatings, it is necessary to know how the set of all these components will affect the dispersion processes.

The purpose of our research was to create a multifactorial mathematical model of the disaggregation process of solid phase particles, to optimize the content of paint composition. The objects of study were: titanium dioxide (R-02), calcite filler (M-20) in the coating system on the basis of the varnish pentaphthalic film-forming, white spirit, surface-active substance (surfactant) AS (an amine derivative with the number of carbon atoms in the chain 6-8, TU 655-RK 056006434-002-2000).

An essential factor affecting the effectiveness of protective and decorative properties of paint-and-lacquer coating is the degree of dispersion of the pigments and fillers entering into their compositions. Modern possibilities of dispersing equipment provide the required characteristics, however, at the stage of preparation and storage, due to the thermodynamic instability of highly disperse paint-and-lacquer coating, the processes of aggregation (flocculation) are developed, which degrades the quality of the coatings. Modification of paint and varnish compositions due to use of surface acting agents with inhibitory activity in their formulations, as well as the ability to form permanent (cohesive, adhesive), decorative, insulating films based on their selective adsorption, seems to be a promising improvement of the coating performance characteristics. The mechanism of their physicochemical effects on the interface and the dispersed medium as a whole depends on the nature of the surface acting agents and the contacting phases, as well as their quantitative relationships.

The solid ingredient combining process, which includes a pigment with a liquid polymer medium, is very important in the paint coating manufacture since the product technological and paint properties depend on it, as well as many coating performance properties. The main thing in this process is the pigment interaction with the polymer at the interface between the solid and liquid phases, since its intensity determines the solid particle dispersion in the given medium and the nature of the resulting combined "solid phase-polymer" structures that form the subsequent properties specific for real materials. This was established in Academician P.A.Rebinder's publications addressing the structure formation and physicochemical mechanics of dispersed systems [1-2] and was further developed by his school staff, A.B.Taubman and S.N.Tolstaya, who studied pigments interacting with polymers at the phase interface for a wide range of model and real objects. An important technological characteristic exhibited by paint coating materials, which determine the coating structural and mechanical properties (coverage, hardness, strength), is the disaggregation degree specific for pigments and fillers [3].

The SAS effect is based on forming the surface pigment and filler of the adsorption layer, whose properties, in turn, are determined due to the forming its inner and outer parts. The inner adsorption layer part is formed resulting from the polar SAS group interaction with active surface centers, which promotes peptizing the aggregated pigment and filler particles and the formation of coagulation structure elements. The adsorption layer outer part is formed when hydrocarbon SAS molecule radicals are oriented to the polymer medium, increasing the liquophilicity of the pigment particle surface that is combined with it [2].

Polar hydrophilic pigments introduction into non-polar hydrocarbon media, provides for using modifiers with long hydrocarbon chains (hydrophobisators), for example saturated carboxylic acids, amines or their salts, as well as quaternary ammonium salts and other compounds. When it comes to polar dispersion media, SAS whose molecules contain polar groups in the hydrocarbon radical that are lyophilic with respect to the polymer dispersion medium (i.e., various bifunctional compounds) are used as pigment surface modifiers [4-5]. This is applicable to all paint coating material types containing polymer solutions as a binder in organic solvents (or in water for water-soluble polymers), water-dispersed binders. Developed and used in recent years polymeric SAS can be even more effective than their low molecular weight analogues due to their high affinity for the polymer medium.

However, the SAS action in paint coating systems is subject to certain physicochemical laws that must be observed for their effective application. An important role in this is played by the polar SAS group nature and the hydrocarbon radical structure specific for their molecules, as well as the polymer chemical nature and the presence of polar functional groups in its molecules. In the paint coating material suspensions, the development of aggregation and disaggregation processes depends both on the surface properties shown by the solid-phase particles and on the quantitative-qualitative composition of the film-forming agents, solvents and surface-active additives.

An urgent task is to improve the quality of paint and varnish compositions based on aqueous film-forming dispersions in order to obtain coatings with a wider range of properties for various fields of use. One of the most effective and technically simple ways to improve the properties of paint and varnish compositions is the use of surface-active substances (surfactants), fine regulators of boundary interactions and the properties of finished materials.

In recent years, polymer surfactants have been developed and are used, which, due to their high affinity for the polymer medium, can be even more effective than their low molecular weight analogues.

Thus, the dispersibility of pigments is a total indicator characterizing the completeness, speed and energy consumption for the disaggregation of particles in a dispersion medium with their subsequent stabilization (aggregative stability). For a separate paint composition, the contribution of these processes to the resulting dispersion effect depends on the composition and structure of the film-forming agents, pigments, and modifying additives. The introduction of surface-active additives into paint and varnish compositions opens up additional possibilities for targeted changes in the physicochemical properties of the structural layers formed at the "pigment-surfactant", "pigment-dispersion medium" boundaries and, as a result, the prerequisites for controlling the process of disaggregation and stabilization of dispersions in paintwork materials. In accordance with the classification of P. A. Rebinder, dispersing surface additives include substances that are adsorbed at the interface of two immiscible liquids or on solid interfaces, but do not form structures either in the solution volume or in the surface layers. The mechanism of the disaggregating action of surfactants in an organic dispersion medium is based on the processes of their adsorption on the hydrophilic surface of pigments.

The regularities of the development of processes for the disaggregation of titanium dioxide pigment I(R-02) and calcite filler (M-20) based on non-polar solvent (white spirit) and surfactant AS (amine derivative with the number of carbon atoms in the chain 6-8, TU 655-RK 056006434-002-2000).

Surface-active effect of surfactants was established with usage of a computer-optical analyzer [6-7], which allows in automatic mode to determine the fractional composition of suspensions, as well as the geometric dimensions and configuration characteristics of individual dispersions. To quantify the degree of disaggregation, a calculated index  $d$  was used that characterizes the average particle diameter of pigments in suspensions.

For an adequate transfer of the image observed in the eyepiece of the microscope, an electronic converter-attachment with a magnification of  $\times 35$ , equipped with a standard USB port and a software package, was used. The principle of the electronic video eyepiece is analogous to the principle of the photocell function and consists in converting light energy into electrical energy. The system unit of the attachment with small-format CCD cameras transforms the images fixed in the eyepiece of the microscope into signals acceptable for perception by the Windows XP system in personal computers.

Electronic configuration attachments are compatible with traditional microscopes. In the system developed by us, the CARLZEISS 451422 microscope was used [7].

## 2. Results.

During the experiments, a modified plan-matrix of the four-factor experiment was used at three levels, which was achieved by taking the factor  $C_{\text{TiO}_2}$  (pigment concentration) beyond its limits (Table 1). As the main factors affecting the indicators of pigment and filler disaggregation, the quantitative content of the added solvent in suspensions ( $C_{\text{solvent}}$ , %, 10÷50 volume relative to PF-060, %), surfactant ( $C_{\text{surfactant}}$ , in terms of the total mass of solid-phase components, — 0÷16%), the relative content of titanium dioxide with a constant mass content of pigment and filler in suspensions — 16% ( $C_{\text{TiO}_2}$ , 0÷100% RH) was determined.).

Table 1. The experimental values of the number of solid phase particles

$C_{\text{surfactant}}$ , %	$C_{\text{solvent}}$ , %	$C_{\text{TiO}_2}$ , %				
		0	25	50	75	100
0	50	820	473	1273	2640	2291
0	30	523	705	694	2390	1377
0	10	805	835	1589	1250	3683
2	50	467	504	592	1213	2482
2	30	551	757	781	750	4670
2	10	917	1245	763	1329	4186
4	50	1202	934	610	1669	1402
4	30	1141	1174	1776	882	2848
4	10	1253	563	1332	1181	4749
16	50	634	673	864	2712	3947
16	30	536	804	567	2593	4494
16	10	642	601	599	932	4571

The method of preparation of suspensions of paintwork materials with different content of cover-forming substance was the preliminary dilution of white spirit varnish PF-060 in the following volume ratios: 1:9, 3:7, 1:1. The resulting solutions (hereinafter-A) were directed to the preparation of suspensions, which was carried out at 20 °C in a hermetic reactor (volume 0.2 dm<sup>3</sup>), equipped with a mixing device (impeller agitator, frequency — 700 rpm). The duration of the operation, in which the stabilization of the equilibrium characteristics of suspensions and the fractional composition of the pigment and filler was fixed, was 1 hour. The relative pigment contents varied due to changes in its mass concentration in the solid phase. To estimate the disaggregating effect of surfactants, the calculated index — its concentration (in mass, %) by mass of pigment. For this purpose, a series of solutions with different surfactant content (from 0 to 16%) was prepared by dissolving the surfactant in a fixed volume of solution A. The resulting solution (hereinafter — B) was sent to the preparation of suspensions. The method of preparation of modified suspensions using solution B is similar to the above.

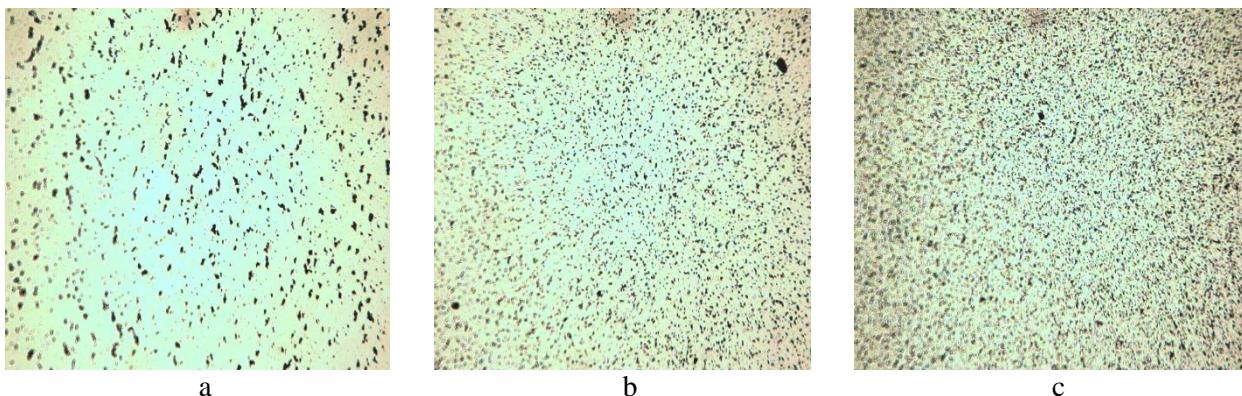
The studied samples of paint suspensions were placed on a slide, fixed with a cover glass and maintained for a certain time under load with the help of a microdispenser (the volume of the drop was 0.02 ml). As it is known, as the solvent evaporates (in time), due to the tightening effect (in height and in plane), the development of deformation processes that affect the characteristics (geometric, structural) of the films themselves, as well as the width of the gap between the object and cover glasses, increases. The results of preliminary tests carried out on samples of different compositions showed that the load regime should be  $p \geq 10 \text{ g/cm}^2$ . At the same time, the period of holding the samples under load was optimized, which was set according to the time required to stabilize the deformation processes in the films. For the system under study, the static load period was 5 minutes.

The response function was the total number of solid phase particles (N) falling on a fixed area of the substrate:

$$S : N = N_{\text{relative}} \cdot S$$

The values of N in the samples were determined at a given magnification ratio (X350) using a computer-optical control system [8-9], which calculates the number of particles at  $S = 0.38 \text{ mm}^2$ .

Typical micrographs of suspensions of dispersed systems are presented in Fig. 1:



$C_{\text{TiO}_2} = 100\%$ ;  $C_{\text{surfactant}} = 0\%$ ;  $C_{\text{solvent}}, \%$ : a – 50, b – 30, c – 10

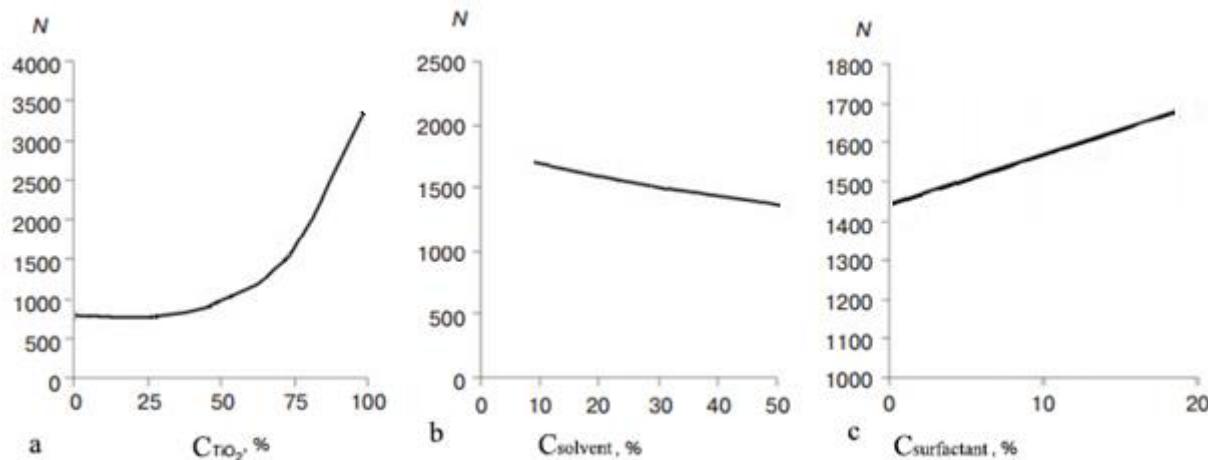
**Fig. 1.** Typical micrographs of suspensions of dispersed systems

After the implementation of the active experiment the experimental array was sampled for each level of each factor within the two-dimensional matrix  $Y_x$ :

$$Y = \begin{pmatrix} y_{x_{11}}, & y_{x_{12}}, & \dots & y_{x_{1z}} \\ y_{x_{11}}, & y_{x_{12}}, & \dots & y_{x_{1z}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{x_{m_1}}, & y_{x_{v_2}}, & \dots & y_{m_{1z}} \end{pmatrix},$$

m – number of levels; z - number of functional expressions for each level.

Particular dependences  $N = f(C_i)$  for each individual factor are shown in Fig. 2.



a -  $\text{TiO}_2$ ; b - added solvent, c - AS surfactant  
**Fig. 2.** Effect on pigment disaggregation rates of concentration

From the analysis of particular dependences follows a natural increase in the number of particles as the total concentration of solid-phase components in the paintwork system increases (Fig. 2, a); at the same time, the positive contribution of the as surfactant concentration to the change in N is consistent with its disaggregating effect previously established for other pigments [10-12]. Reducing the degree of disaggregation of the pigment and filler as dilution of the cover-former by solvent indicates a positive (surface-active) role of functional groups (hydroxy-, carboxy-) in the pentaphthalic resin [13,14].

After approximation of partial dependences using standard programs "Advanced Grapher" and "Microsoft Excel", one-parameter equations characterizing the effect on the response function of each factor separately (equations 1-3) are obtained.

$$N = -7.9 \cdot C_{\text{solvent}} + 1755.7 \quad (1)$$

$$N = 0.48 \cdot C_{\text{TiO}_2}^2 - 23 \cdot C_{\text{TiO}_2} + 880 \quad (2)$$

$$N = 14.95 \cdot C_{\text{surfactant}} + 1436.6 \quad (3)$$

To build a generalized model, we used a multivariate equation of nonlinear multiple correlation, which in an implicit form has the form [15]:

$$Y_{\text{general}} = \frac{f(x_1) \cdot f(x_2) \cdot \dots \cdot f(x_n)}{g_{\text{average}}^{n-1}}, \quad (4)$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$  — factors;  $n$  — number of factors;  $g_{\text{average}}$  — general average. Values of  $g_{\text{average}}$  were calculated by the formula:

$$g_{\text{average}} = \frac{\sum_{i=1}^M Y_{\text{exp.}}}{M} \quad (5)$$

$Y_{\text{exp.}}$  — the set of experimental data in the matrix;  $M$  — the number of rows in the matrix. After substituting the approximated expressions (1-3) into equation (4), we obtain a generalized equation that takes into account the joint contribution of all factors:

$$N = ((-7.9 \cdot C_{\text{solvent}} + 1756)(0.48 \cdot C_{\text{TiO}_2}^2 - 23 \cdot C_{\text{TiO}_2} + 880)(14.95 \cdot C_{\text{surfactant}} + 1436.6))/1507^2. \quad (6)$$

The adequacy of the obtained model (for the 95th significance level) was estimated on the basis of the correlation coefficients ( $R$ ) and significance ( $t_R$ ), which were calculated by the equations:

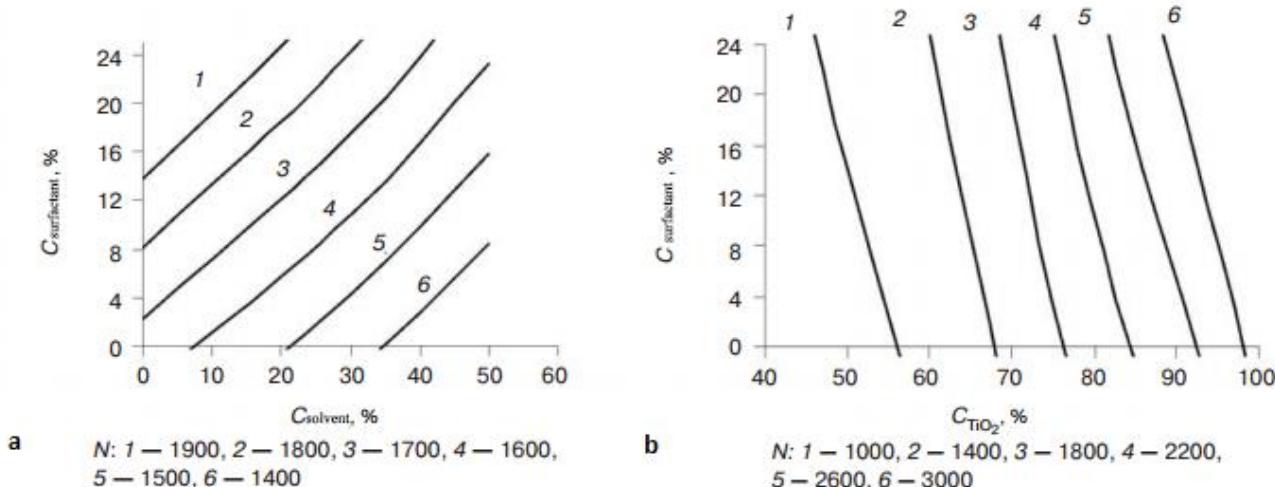
$$R = \sqrt{1 - \frac{(n-2) \cdot \sum(y_{\text{experimental}} - y_{\text{average}})^2}{(n-1) \cdot \sum(y_{\text{experimental}} - y_{\text{average}})^2}}$$

$$t_R = \frac{R \sqrt{(n-2)}}{1 - R^2}$$

The calculations showed a satisfactory convergence of the experimental and calculated (according to equation 6) values of the response function:  $R = 0.94$ ,  $t_R > 2$ .

Based on the solution of the generalized equation, the optimal expenditure of the surfactant, solvent and pigment in the suspension of paintwork materials were determined, providing the required degree of disaggregation of titanium dioxide. The joint contribution of the two factors to  $N$  is represented by nomograms (Fig. 3) obtained by equation 6.

The analysis of the obtained dependences shows that in order to stabilize the indices of pigment disaggregation at a fixed level, providing, for example,  $N = 1800$ , required to increase the surfactant consumption or reduce the relative pigment content as the paintwork composition is diluted with a solvent.



a -  $N = f(C_{\text{surfactant}}, C_{\text{solvent}}, C_{\text{TiO}_2} = 67.8\%)$ ;

b -  $N = f(C_{\text{surfactant}}, C_{\text{TiO}_2}, C_{\text{solvent}} = 30\%)$

Fig. 3. Two factor nomograms

Calculations according to equation (6) showed that if  $C_p = 10\%$ , then the given  $N = 1800$  in paintwork materials is achieved at  $C_{\text{surfactant}} = 6.95\%$  and  $C_{\text{TiO}_2} = 70\%$  (relatively); a similar indicator of the degree of dispersion can be achieved by reducing the relative pigment content to 68.2%, but this will require an increase in surfactant expenditure to 12%. According to the results of balance experiments performed with paintwork compositions of these two compositions, a satisfactory convergence in the predicted and practical values of  $N$  was established; the mean-square deviation for the two examples considered does not exceed 1.2%.

### 3. Discussion.

1. The use of probabilistic-deterministic modeling methods with an extended plan-matrix ensured that an adequate multi-factor mathematical model of disaggregation of pigments and fillers and, as a result, the solution of applied tasks in terms of optimizing the composition of paint materials.
2. To stabilize the disaggregation of pigment at a fixed level ( $N=1800$ ) requires a solvent content of 10%, surface-active substance - 6.95 % and titanium dioxide 70% rel.
3. A similar rate of dispersing is achieved by reducing the relative pigment content to 68.2%, while increasing to 12% the consumption of surfactants.

### LITERATURE

- [1] Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах: Сб. науч. тр. / П.А. Ребиндер. – М.: Наука, 1979. – Т.1. – 450 с.
- [2] Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур / П.А. Ребиндер. – М.: Знание, 1958. – Сеп. IV. – № 39, 40. – 64 с.
- [3] Болатбаев К.Н. Модифицирование композитов поверхностно-активными веществами: монография / К.Н. Болатбаев, А.Н. Дюрягина, К.А. Островной. – Петропавловск: Изд-во СКГУ, 2005. – 184 с.
- [4] Голубева О.Ю. Гибридныеnanoструктуры на основе слоистых силикатов и азотсодержащих органических соединений / О.Ю. Голубева // Журнал общей химии. – 2007. – Т.77, №.2. – С. 246-251.
- [5] Nsib Faouzi, Ayed Naceur, Chevalier Yves. Selection of dispersants for the dispersion of C.I. Pigment Violet 23 in organic medium. // Dyes and Pigments. – 2007. – Vol. 74, Iss. 1. – P. 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2006.01.047>.
- [6] Малышев В. П. Вероятностно-детерминированное планирование эксперимента: монография / В.П. Малышев – Алма-Ата, 1981. – 161 с.
- [7] Свидетельство о регистрации интеллектуального продукта 0806 РК 00075. Казахстан. Компьютерно-микрооптический комплекс для анализа порошков и суспензий / К. Н. Болатбаев, Т.Н. Луговицкая, А.А. Тукачев, Р.С. Рустем. Опубл. 01. 06. 2006.
- [8] Dyuryagina A.N., Lutsenko A.A. Investigation of the processes of titanium dioxide dispersion in the presence of various surfactants // Bulletin of the KARGU, 2018. – 4, P. 16–20.
- [9] Nurudeen Yeeken, Muhammad A. Manan, Ahmad Kamal Idris, Ali Mohamed Samin. Influence of surfactant and electrolyte concentrations on surfactant adsorption and foaming characteristics. // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2017. – Vol. 231. – P. 612–622. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2016.11.018>.
- [10] Grażyna Para, Agnieszka Hamerska-Dudra, Kazimiera Anna Wilk, Piotr Warszyński. Surface activity of cationic surfactants, influence of molecular structure // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2010. – Vol. 365. P. – 215–221. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2010.02.004>.
- [11] Deyab M.A., Rachid Ouarsal, Al-Sabagh A.M., Mohammed Lachkar, Bali B.El. Enhancement of corrosion protection performance of epoxy coating by introducing new hydrogenphosphate compound // Progress in Organic Coatings. – 2017. – Vol. 107. P. – 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2017.03.014>.
- [12] Xianming Shi, Tuan Anh Nguyen, Zhiyong Suo, Yajun Liu, Recep Avci. Effect of nanoparticles on the anticorrosion and mechanical properties of epoxy coating // Surface and Coatings Technology. – 2009. – Vol. 204, Iss. 3. – P. 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2009.06.048>.
- [13] Артамонов Г.Л. Силиконовые смолы и модификаторы для индустриальных ЛКМ / Г.Л. Артамонов // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2009. – No 2. – С. 32–34.
- [14] Roldugin V, Sosnina S. Surface modification of ferromagnetics for polymer composites // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2004. – Vol. 239. – P. 95–99.
- [15] Rebecca Hellen. Preliminary study into the reduction and removal of naturally aged varnishes from painted surfaces using an Er:YAG laser in a two-step cleaning process with solvents // Journal of the Institute of Conservation. – 2020. – Vol. 43. – P. 79–93.

Дюрягина А.Н., Луценко А.А., Тюканько В.Ю.

**Применение компьютерно-микрооптического метода для анализа диспергирующего действия полимерных модификаторов**

**Резюме.** Развитие процессов дезагрегации (агрегации) контролировали по изменению среднестатистического размера твердофазных дисперсий ( $d$ , мкм) и фракционного состава ( $P$ , %) на фиксированной площади ( $S$  обрабатываемого изображения). Диспергирующий эффект поверхностно-активных полимеров устанавливали в водных суспензиях с 1%-м содержанием твердой фазы. В суспензиях варьировали количественные содержания водной дисперсии акрилового полимера от 0 до 30 % и полимерных ПАВ от 0 до 4 г/дм<sup>3</sup>. Исследования проводили в бинарных («вода-ПАВ») и тройных («вода-пленкообразующее-ПАВ») системах. Анализ полученных данных показал, что, диспергирование пигmenta определяется содержанием пленкообразующего в системе и может целенаправленно регулироваться содержанием ПАВ. В системе «вода-ПАВ» максимум дезагрегирующего эффекта исследуемых модификаторов по отношению к диоксиду титана фиксировали при их содержании 1,0 г/дм<sup>3</sup>. При этом наибольшим диспергирующим эффектом характеризовался Dispers 715w. Выведены уравнения, описывающие влияние концентрации аддитива, содержания пленкообразующего на диаметр частиц пигmenta, и на их основе построены nomogramмы.

**Ключевые слова:** покрытия, акриловая композиция, поверхностно-активные вещества, пленкообразование, дисперсия, водно-акриловая дисперсия, диоксид титана, суспензия.

Дюрягина А.Н., Луценко А.А., Тюканько В.Ю.

**Полимер модификаторларының дисперсті әсерін талдау үшін компьютерлік-микрооптикалық әдісті колдану**

**Түйіндеме.** Дезагрегация (жинақтау) процестерінің дамуы қатты фазалы дисперсиялардың орташа статистикалық көлемін ( $d$ , мкм) және бөлшек құрамын ( $P$ , %) белгіленген аумаққа ( $S$  өнделген кескін) өзгерту арқылы бақыланды. Беткі белсенді полимерлердің дисперсиялық эффектісі 1% қатты құрамы бар сулы суспензияларда анықталды. Суспензияда акрил полимерінің сулы дисперсиясының сандық құрамы 0-ден 30% - га дейін және полимерлі беттік-белсенді заттар 0-ден 4 г / дм<sup>3</sup>-ге дейін өзгерді.

Зерттеулер екілік («су-беттік-белсенді зат») және үштік («су қабатын құрайтын беттік-белсенді зат») жүйелерінде жүргізілді. Деректерді талдау көрсеткендегі, пигменттің дисперсиясы жүйеде пленканың түзілуімен анықталады және беттік-белсенді заттардың құрамымен мақсатты түрде басқарылуы мүмкін. «Су беттіндегі белсенді зат» жүйесінде зерттелетін модификаторлардың титан диоксидіне қатысты бөлү тиімділігі олардың 1,0 г / дм<sup>3</sup> деңгейінде тіркелді. Бұл жағдайда Dispers 715w ең үлкен дисперсиялық әсерімен сипатталды. Қоспаның концентрациясының әсерін сипаттайтын тендеулер алынған, пигменттің бөлшек диаметріне пленка түзетін мазмұн және олардың негізінде номограммалар салынған.

**Түйін сөздер:** жабындар, акрил құрамы, беттік-белсенді заттар, пленка қалыптастыру, дисперсия, су-акрил дисперсиясы, титан диоксиді, суспензия.

ӘОЖ 67.15. 55

**G. Makulbekova<sup>1</sup>, Ye. Kocherov<sup>1</sup>, A. Pivovarov<sup>2</sup>, G. Kenzhalieva<sup>1</sup>, A. Mamitova<sup>1</sup>.**

(<sup>1</sup>M.Auezov South-Kazakhstan State university, Shymkent, Kazakhstan.

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine.

E-mail: [erkebulan083@mail.ru](mailto:erkebulan083@mail.ru))

**INVESTIGATION OF THE PROCESS OF JOINT HEAT TREATMENT OF BENTONITE CLAYS OF THE KYNGYRAK-KELES DEPOSIT AND TPP ASH IN ORDER TO OBTAIN HEAT-INSULATING AND FIREPROOF CERAMIC GRANULES**

**Abstract.** The article analyzes the quality indicators of heat-insulating and fireproof porcelain stoneware. The results of a study of the process of joint heat treatment of bentonite clays and ash TPP in laboratory conditions are presented. As a result of research work, samples of porcelain granules from raw clay and ash TPP in certain proportions of the mixture. Changes in the coefficient of expansion and bulk density of samples of granular granules depending on the firing temperature are estimated. It was revealed that the ash of the Shymkent TPP can be suitable as an intensifier for the expansion of bentonite clays of the Kyngrak-Kelessky deposit.

**Key words:** heat insulation, fireproof, porcelain stoneware, deposit, expansion coefficient, clay, TPP ash, bulk mass, research.

Г. Мақұлбекова<sup>1</sup>, Е. Кочеров<sup>1</sup>, А. Пивоваров<sup>2</sup>, Г. Кенжалиева<sup>1</sup>, А. Мамитова<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан.

<sup>2</sup>Украина мемлекеттік химия-технологиялық университеті, Днепр, Украина.

E-mail: [erkebulan083@mail.ru](mailto:erkebulan083@mail.ru))

## ЖЫЛУОҚШАУЛАУЫШ ЖӘНЕ ӨРТ ҚАУІПСІЗ КЕРАМОГРАНУЛЯТТАР АЛУ МАҚСАТЫНДА ҚЫҢҒЫРАҚ-КЕЛЕС КЕНОРНЫ БЕНТОНИТТІ САЗДАРЫ МЕН ЖЭС ҚҮЛДЕРІНІЦ БІРІККЕН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ

**Түйіндеме.** Макалада жылу оқшаулауыш және өрт қауіпсіз керамогрануляттардың негізгі сапалық көрсеткіштері талдауға алынған. Зертханалық шарттарда бентонитті сазды шикізат пен ЖЭС құлдерін біріккен термиялық өндеу үрдісін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде сазды шикізат пен ЖЭС құлінен белгіленген ара-катаинаста ұлғілі керамогрануляттар алынған. Ұлғілі керамогрануляттардың кеуектену коэффициентіне және көлемдік массасына ЖЭС құлінің температураға тәуелді әсері бағаланған. Шымкент ЖЭС құлдері Қыңғырақ-Келес кенорны бентонитті саздары кеуектенуінің интенсификаторы ретінде қолданылу мүмкіндігін анықталды.

**Кілітті сөздер:** жылуоқшаулау, өрт қауіпсіз, керамогранулят, кенорны, кеуектену коэффициенті, саз, ЖЭС құлі, көлемдік масса, зерттеу.

**Кіріспе.** Керамогрануляттар өндірісі үшін жарамды саздарда шанды бөлшектердің мөлшері 20% аспауы қажет, дәндерінің өлшемі 0,2 мм асатын карбонаттар болмауы керекжәне де орқаникалық қоспалардың мазмұны 1-2% аралығында болғаны тиімді [1,2].

Бірақ, мұндан шикізаттың шектеулілігі және өндірістің экономикалық тиімділігін қамтамасыз ету, кәсіпорын алдына өндірістік қалдықтарды қолдану мәселесін қояды. Аталған өндірістік қалдықтардың химиялық құрамы әрқашан керамзитті шикізаттарға қойылатын талаптарға толығымен сәйкес келе бермейді [1,2].

Керамогрануляттар өндірісінде қолданылатын кеуектенбейтін және әлсіз кеуектенетін саздарды қолданудың түрлі белгілі әдістері бар. Негізінен олар саздардың химиялық құрамын өзгерту, күйдіру кезінде түйіршектер беттігіндегі сұйық фазаны оқшаулау, күйдірудің спецификалық шарттарын жасау жолымен кеуектенудің температуралық аралығын ұлғайтуға бағытталған.

Термиялық күйдіру кезінде материалдың жабысып қалмауын болдырмау үшін, шикі түйіршектерді түрлі отқа төзімді қоспалармен бұрку ұсынылады. Бұркудің әсері жоғары дисперсті қыын балқытын бөлшектердің еруі кезінде түйіршектердің беттік қабатының тұтқырлығын жогарылату есебінен кеуектену аралығын ұлғайтуға негізделген. Қыын балқытын бұрку қоспасы ретінде кварц құмын, алюмосиликатты тау жыныстарын, мұнайхимиялық және гидролизді өндірістердің қалдықтарын қоולדануға болады.

Шикізат құрамына органикалық, сілтілік және темір мазмұндайтын қоспаларды, сондай-ақ кешенді – органосілтілі, органотемірлі және темірсілтілі материалдар қосу кезінде сапалы нәтижелерге қол жеткізуге болады. Органикалық қоспаларды әсері қажетті тотықсыздандыру шарттарын жасауға негізделген және оларды құрамында темір тотығы 10% аспайтын шикізаттарға енгізген мақсатты.

Зерттеу жұмыстары барысында Түркістан облысы Сарыағаш ауданында орналасқан Қыңғырақ-Келес кенорнының сазды шикізаттары қолданылда. Тәжірибелі жүргізу барысында Қыңғырақ-Келес кенорнының сазды шикізаттары таңдалып, МЛ-1р шарлы диірменде 1 мм өлшемді түптікті електен өтетіндегі етіп ұнтақталды, сонан соң 30°C температурада кептіргіш шкафта тұрақты салмаққа дейін кептірілді.

Тәжірибелік жұмыстар үшін алдын-ала дайындалған және өлшенген сазды материал қоспалармен бірге АЛС-5 типті араластырышта құрғақ күйінде мұқият араластырылды. Құрғақ қоспаны сумен қоймалжың консистенция түзілгенше сумен ылғалданырылды. Осылайша ылғалданырылған қоспа 4 сағат бойында ұсталып тұрды, сонан соң қайта араластырылды. Дайындалған массадан нызыдау әдісімен пресс-таблетка ұлғілері ПГМ-100МГ4А гидравликалық пресстің көмегімен дайындалды. Нызыдалған ұлғілер 100-140°C температура кезінде тұрақты салмаққа дейін кептірілді.

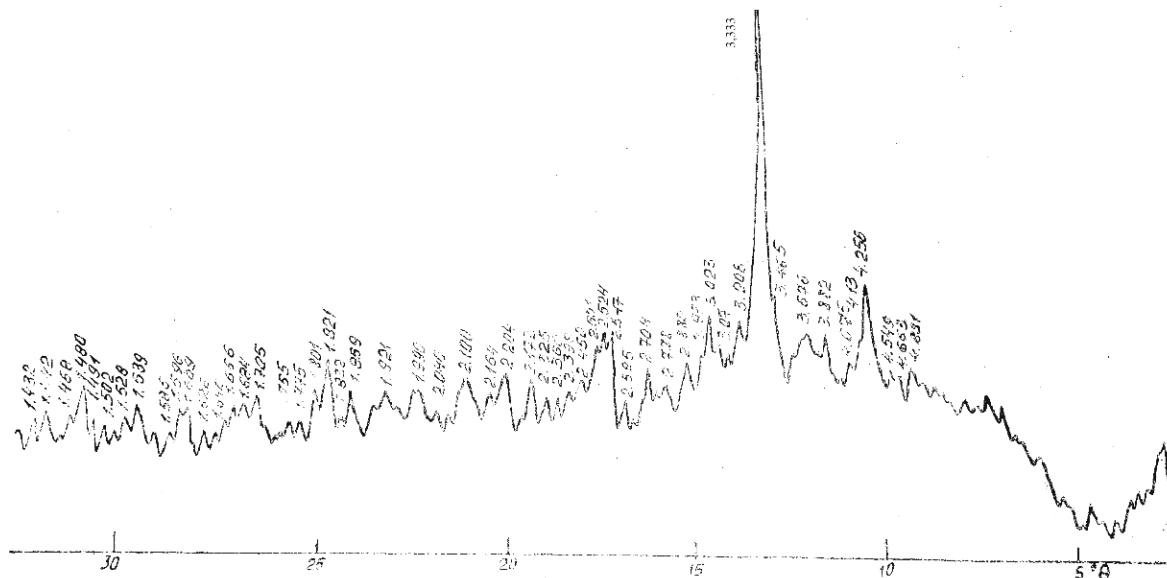
Сазды шикізаттың маңызды қасиеттірінің бірі оттық және ауалық шөгуі болып табылады. Яғни, кепті ру үрдісі кезінде сазды ұлғінің сыйықтық өлшемдері мен көлемінің кішірейуі. Зерттелудегі саз үшін баяу табиғи кептіру шарттарында ауалық сыйықтық шөгу шамасы 10,8%, ал кептірудің жасанды қатан тәртіп кезінде – 7,8%. 950°C температура кезінде ұлғілердің күйдіру үрдісіндегі оттық шөгу шамасы 5,5% [3,4].

**Тәжірибелік бөлім.** Үлгілерді термиялық дайындау муфелді пеште жүзеге асырылды, онда үлгілер 2 минутта 280-300°C дейін қыздырылды. Термиялық дайындаудан кейін үлгілер температуралы жогарылату минутына 10-15°C жылдамдықда 1085-1180°C кезінде күйдірілді. Зертханалық шарттардағы керамогрануляттарды термиялық дайындаудың температура-уақыттың тәртібі 1 кестеде көлтірлген.

Кесте 1. Керамзитті грануляттарды термиялық дайындаудың температура-уақыттың тәртібі

Синтездеу сатылары	T, °C	Күйдіру уақыты, мин	
		қарапайым тәртіп	жеделдетілген тәртіп
Кептіргіш шкафта қыздыру	130	5	5
Термиялық қайындау	300	2	2
Пештегі температуралы көтеру	1080-1180	23	13
Күйдіру температурасы кезінде ұстап тұру	1080-1180	7	5
Салқыннатудың 1-ші сатысы	900-950	0,5-1	0,5-1
Салқыннатудың 1-ші сатысы	30	7	5
		45	31

Органикалық (жанғыш) қоспа ретінде ЖЭС күлі қолданылды. Шымкент ЖЭС күлі келесідей минералдар қоспасынан тұрады:  $\alpha$ -кварц (4,23; 3,333; 2,453; 2,285; 2,231; 2,125; 1,981; 1,812; 1,674; 2,534; 1,450Å), ортоклас (4,033; 3,769; 3,242; 2,921; 2,859; 2,479; 2,388; 1,981; 1,911; 1,862Å), кальций карбонаты (3,89; 3,023; 2,479; 2,231; 2,084; 1,911; 1,761; 1,674; 1,646; 1,609; 1,516; 1,473; 1,432Å). Темірлі минералдар гематит (2,683; 2,205; 2,027; 1,832; 1,691; 1,601; 1,488; 1,450Å) және магнетит (4,704; 2,973; 2,515; 2,421; 2,084; 1,704; 1,614; 1,488Å) ретінде келеді. Сонымен қатар, алюминий ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ : d/n = 6,141; 3,181; 2,34; 1,832; 1,744; 1,646Å) және кальций ( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ : d/n = 5,539; 3,412; 2,901; 2,205; 1,587; 1,516; 1,432Å) гидрототықтарының дифракциялық сзықтары байқалады.



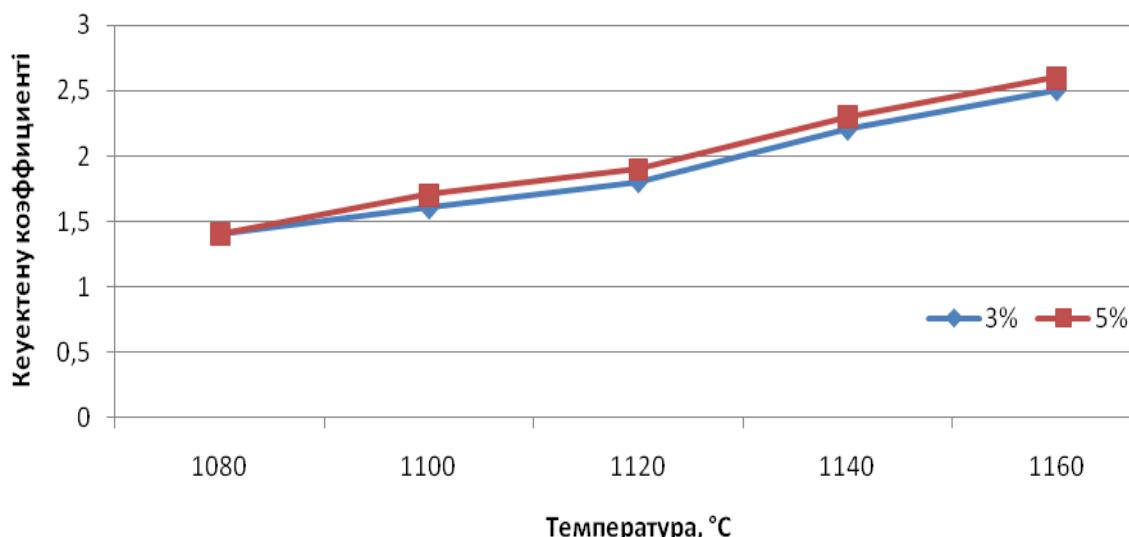
Сурет 1. Шымкент ЖЭС күлінің рентгенограммасы

Шымкент ЖЭС күлі дәндөрінің өлшемі жағынан 1 мм аспайтын бір келкі ұнтақтан тұрады, органикалық болігінің мазмұны 14-32%.

Бастапқыда ЖЭС күлін дірілді стенд (елек №1) арқылы елең алынды, сонаң кейін АЛС-5 типті автоматтры зертханалық арапастырылышта саз ұнтағымен мүқият арапастырылып, ылғалданырылды. Арапастырылған массадан пластикалық әдіспенен қабырғаларының ұзындығы 20 мм кубтар қалыптанды. Дайындалған үлгілер кептірілді және муфельді пеште күйдірілді.

**Нәтижелер.** Құрамына 3% және 5% ЖЭС күлі қосылған зерттелудегі сазды 1100-1160°C температураға дейін күйдіру кезіндегі кеуектену коэффициенті 1,6-дан 2,6 дейін өзгерді. Аталған шарттарда ЖЭС күлінің қатысынсыз күйдірілген үлгілердің кеуектену коэффициенті 1,4-тен 1,5 дейін

өзгерді. ЖЭС күлінің қоспасы бар саздан алынған түйіршектердің көлемдік массасы 0,987-ден 0,520 г/см<sup>3</sup> дейін өзгерген. Ал, күлді қоспасы жоқ саздан алынған түйіршектер – 1,665-тен 1,053 г/см<sup>3</sup> дейінгі көлемдік массага ие (кесте 2, сурет 2 және 3).

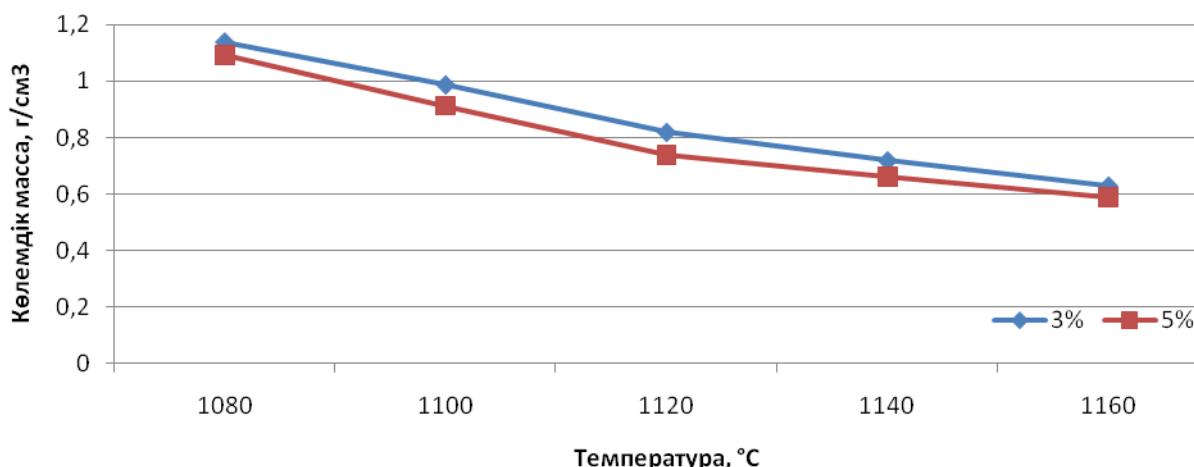


**Сурет 2.** Қыңғырақ-Келес кенорны бентонитті саздары мен ЖЭС күлді қоспасы негізінде алынған керамогрануляттардың күйдіру температурасына тәуелді кеуектену коэффициентінің өзгеруі

**Кесте 2. Қыңғырақ-Келес кенорны бентонитті саздары мен ЖЭС күлді қоспасы негізінде алынған керамогрануляттардың физика-механикалық көрсеткіштері**

Күйдіру температурасы, °C	Кеуектену коэффициенті	Көлемдік массасы, г/см <sup>3</sup>	Ылғал сінірмайділігі, %	Жалпы (шыныай) кеуектілігі, көлем, %	Ашық (жұықтамалы) кеуектілігі, көлем, %	Жабық кеуектілігі, көлем, %
ЖЭС күлі 3%						
1080	1,4	1,139	7,2	55,3	8,5	46,8
1100	1,6	0,987	4,9	61,3	4,9	56,4
1120	1,8	0,819	5,1	67,9	4,1	63,8
1140	2,2	0,718	5,7	71,9	4,8	67,1
1160	2,5	0,629	6,4	75,3	4,0	71,3
ЖЭС күлі 5%						
1080	1,4	1,092	8,1	57,2	8,9	49,3
1100	1,7	0,913	7,4	64,2	6,8	57,4
1120	1,9	0,740	7,1	67,9	5,8	62,1
1140	2,3	0,664	7,0	74,0	4,6	69,4
1160	2,6	0,590	7,6	76,9	4,5	72,4

Кеуектену коэффициенті мен тығыздығының өзгеру сипаты түзу сызықты өзгеріске жақын. 5% күлді қосу кезіндегі көрсеткіштер 3% қосу шартына қарағанда біршама оңтайлы. 1160°C күйдіру температурасында түйіршектердің көлемдік салмағына қол жеткізуге болады.



**Сурет 3.** Қыңғырақ-Келес кенорны бентонитті саздары мен ЖЭС күлді қоспасы негізінде алынған керамогрануляттардың күйдіру температурасына тәуелді көлемдік массасының өзгеруі

**Тұжырым.** 2 кестеде, 2 және 3 суреттерде келтірілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері көрсеткендей, Шымкент ЖЭС күлдері Қыңғырақ-Келес кенорны бентонитті саздары кеуектенуінің интенсификаторы ретінде қолданылу мүмкіндігін айқындауды.

Энергиялық тиімді, өртқауіпсіз, жылуоқшаулауыш және экологиялық таза керамогрануляттар алуға жарамды және күйдіру кезінде кеуектенуге бейім Дарбаза және Қыңғырақ-Келес кен орындарының женіл балқитын монтмориллонитті, онай балқитын және коллоидты саздары қосымша зерттелген [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Каталог по индустриально-инновационным проектам Министерства по инвестициям и развитию РК. Астана, 2015. – 60 с.
- [2] Бишimbayev B.K. и др. Минерально-сыревая и технологическая база Южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов. - Алматы, 2009. – 266 с.
- [3] Makulbekova G.O., Kambarova N.A., Sultanmurat K.S., Kocherov Ye.N. TO THE QUESTION OF THE USE OF THE SOUTH-KAZAKHSTAN LIGHT-FLOATING CLAYS OF MONTMORILLONITE AND COLLOIDAL COMPOSITION FOR OBTAINING HEAT-INSULATING AND FIRE-SAFETY CERAM SITE GRANULES // Proceesing V International Conference «Industrial Technologies and Engineering» ICITE – 2018, Volume I. M. Auezov South Kazakhstan State University. Shymkent, Kazakhstan November 28, 2018. –P.229-232.
- [4] Жакипбаев Б.Е., Калдыбаев А.Б., Кочеров Е.Н. Сыревая база Южного Казахстана для получения высокопрочных теплоизоляционных керамзитовых окатышей // Наука и Мир. 2014. № 8 (12). С. 44-46.
- [5] Макулбекова Г.О., Тұрғын Э.Р., Кочеров Е.Н., Кенжалиева Г.Д. Қыңғырақ-Келес бентонитті саздарын жылуоқшаулауыш және өртқауіпсіз керамзитті грануляттар алуда қолдану мүмкіндігі // Материалы XV МНПК ACHIEVEMENT OF HIGH SCHOOL -2019. 15 - 22 November 2019г. Volume 8. София. «Бял ГРАД-БГ ОДД», 2019. p.17-22.

Макулбекова Г.О., Кочеров Е.Н., Пивоваров А.А., Кенжалиева Г.Д., Мамитова А.Д.

**Исследование процесса совместной термической обработки бентонитовых глин Қыңғырақ-Келесского месторождения и золы ТЭС с целью получения теплоизоляционных и пожаробезопасных керамогранулятов**

**Резюме.** В статье проанализирован качественные показатели теплоизоляционных и пожаробезопасных керамогранулятов. Приведены результаты исследования процесса совместной термической обработки бентонитовых глин и золы ТЭС в лабораторных условиях. В результате исследовательских работ получены образцы керамогранулятов из сырьевой глины и золы ТЭС в определенных соотношениях шихты. Оценены изменения коэффициента вспучивания и объемная масса образцов керамогранулятов в зависимости от температуры обжига. Выявлено, что золы Шымкентской ТЭС могут быть пригодны в качестве интенсификатора вспучивания бентонитовых глин Қыңғырақ-Келесского месторождения.

**Ключевые слова:** теплоизоляция, пожаробезопасный, керамогранулят, месторождение, коэффициент вспучивания, глина, золы ТЭС, объемная масса, исследование.

УДК 621.824.32

S. J. Oralbayev, M. T. Zhameisov, H. M. Islamov, A. B. Biseken, E. T. Caparbaev  
(Kazakh national agrarian University)

## THEORETICAL PRECONDITIONS OF RESTORATION THE CRANKSHAFT ELECTROTECHNOLOGY WAY

**Abstract.** When developing a technological process for restoring a cast-iron crankshaft to ensure the necessary wear resistance, it is necessary to obtain a martensitic structure in the deposited layer. To form a martensitic structure after surfacing the layer, the cooling rate must be at least 80-90 °C/s. Surfacing along a helical line does not generate such a position, so in our research we used surfacing along the width of the neck. The heat release from the deposited layer and its cooling rate are considered.

**С.Ж. Оралбаев, М.Т. Жетпейсов, Х.М. Илямов, А.Б. Бисекен, Е.Т. Сапарбаев,**  
(Казахский национальный аграрный университет)

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

**Аннотация.** При разработке технологического процесса восстановления чугунного коленчатого вала для обеспечения необходимой износостойкости необходимо получение мартенситной структуры в наплавленном слое.

Для образования мартенситной структуры после наплавки слоя скорость охлаждения должна быть не менее 80-90 °C/s. Наплавка по винтовой линии такого положения не порождает, поэтому в наших исследованиях использована наплавка по ширине шейки. Рассмотрены выделение теплоты из наплавленного слоя и скорость его охлаждения.

Если в первом приближении считать, что температура части наплавленного слоя, расположенной в каждом секторе, постоянной по всему объему, то от него теплота выделяется в окружающую среду тремя путями:

- конвективной теплоотдачей;
- лучистой теплоотдачей;
- теплопроводностью в основной металл шейки.

По изложенной методике для прогнозирования температуры наплавленного слоя и скорости его охлаждения использован численный метод. Для его реализации по составленной программе на языке QBASIC произведены необходимые расчеты.

На основе этих положений предлагаются теоретические предпосылки возможности широкослойной наплавки шеек коленчатого вала обеспечивающее минимальное изменение структуры и геометрии вала.

**Ключевые слова:** восстановление, наплавка, наплавленный слой, мартенсит, конвективная теплоотдача.

### Введение

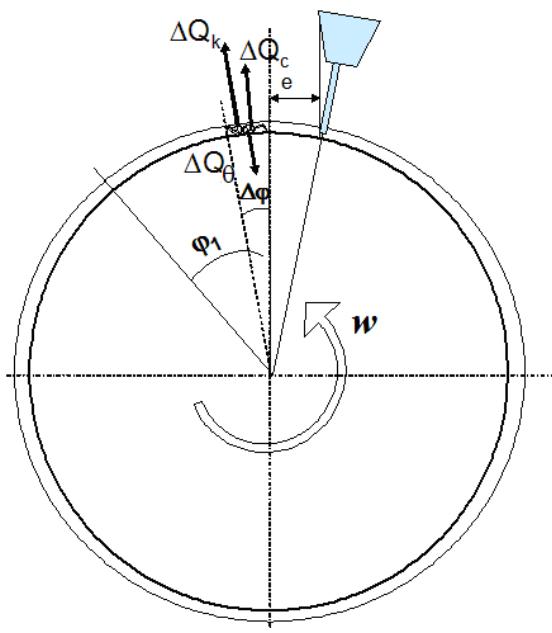
Одной из дорогостоящих деталей двигателей автомобилей, тракторов, комбайнов является коленчатый вал. Технология восстановления стальных коленчатых валов разработана достаточно хорошо и не вызывает больших проблем. Восстановление чугунных коленчатых валов вызывает определенные сложности в силу особенностей свойств высокопрочного чугуна, поэтому разработка технологии восстановления чугунных коленчатых валов является актуальной задачей ввиду того, что чугунные коленчатые валы находят все более широкое применение.

При разработке технологического процесса восстановления чугунного коленчатого вала для обеспечения необходимой износостойкости необходимо получение мартенситной структуры в наплавленном слое.[1,4,5,7,9,18]

Для образования мартенситной структуры после наплавки слоя скорость охлаждения должна быть не менее 80-90 °C/s. Наплавка по винтовой линии такого положения не порождает, поэтому в наших исследованиях использована наплавка по ширине шейки. Рассмотрены выделение теплоты из наплавленного слоя и скорость его охлаждения.[1]

Если в первом приближении считать, что температура части наплавленного слоя, расположенной в каждом секторе, постоянной по всему объему, то от него теплота выделяется в окружающую среду тремя путями:

- конвективной теплоотдачей;
- лучистой теплоотдачей;
- теплопроводностью в основной металл шейки.



**Рис.1.** Расчетная схема естественного тепловыделения от наплавленного слоя шейки.

Часть наплавленного слоя в первом секторе имеет теплосодержание

$$\Delta Q_1 = \delta \cdot R \cdot \Delta\varphi \cdot l \cdot \rho \cdot C(t_1 - t_o), \quad (1)$$

здесь  $\delta$  – толщина наплавленного слоя на шейке, м;  $R$  – радиус шейки, м;

$\Delta\varphi$  – центральный угол сектора, рад;

$l$  – длина наплавленного слоя, м;

$\rho$  – плотность наплавленного слоя, кг/м<sup>3</sup>;

$C$  – коэффициент теплоемкости наплавленного слоя, Дж/кг·°С;

$t_1$  – температура наплавленного слоя в первом секторе, °С;

$t_o$  – температура окружающей среды, °С.

Температура наплавленного слоя в первом секторе, в связи с началом его затвердевания, принята равной температуре плавления чугуна  $t_1 = t_{плаг} = 1150^{\circ}\text{C}$ .

В первом секторе часть тепла выделяется от наплавленного слоя выше-сказанными путями. Одним из основных является выделение теплоты конвекцией

$$\Delta Q_k = \alpha \cdot A_e (t_1 - t_o) \cdot \Delta\tau \cdot \bar{\varepsilon}_l, \quad (2)$$

здесь  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$A_e = R \cdot \Delta\varphi \cdot l$  – площадь внешней поверхности наплавленного слоя в секторе, м<sup>2</sup>;

$\Delta\tau = \frac{\Delta\varphi}{\omega}$  – время выделения теплоты в секторе, с;

$\omega$  – угловая скорость шейки, рад/с;

$\bar{\varepsilon}_l$  – коэффициент, учитывающий отношение длины шейки к ее диаметру. В рассматриваемом случае  $l/d=50/60=0,833$ .

Из литературных источников.[10,11] известно, если  $l/d \geq 1$ , то  $\bar{\varepsilon}_l = 1,9$ . величина выделяемой теплоты излучением

$$\Delta Q_c = q \cdot A_c \cdot \Delta\tau, \quad (3)$$

здесь  $q = C_c \left( \frac{t_1 + 273}{100} \right)^4$  – удельный тепловой поток по закону Стефан–Больцмана, Вт/м<sup>2</sup>;

$C_c = \varepsilon \cdot C_o$  – коэффициент теплоизлучения из наплавленного слоя;

$\varepsilon$  – степень черноты наплавленного слоя. Рекомендовано принять  $\varepsilon \approx 0,81$  для наплавленного слоя электрической дугой.  $C_o = 5,67$  Вт/(м<sup>2</sup>·°К) – коэффициент теплоизлучения абсолютно черного тела.

Величина теплоты, передаваемой теплопроводностью в основной металл шейки

$$\Delta Q_\Theta = \lambda \cdot A_i \cdot \frac{\Delta T}{\Delta R} \cdot \Delta\tau, \quad (4)$$

здесь  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности основного металла, Вт/м·°С;

$A_i$  – площадь контакта наплавленного слоя с основным металлом, м<sup>2</sup>;

$\frac{\Delta T}{\Delta R}$  – средний температурный градиент в поверхностных слоях шейки, °С/м.

В связи с выделением теплоты в первом секторе теплосодержание наплавленного слоя уменьшается и при переходе на второй сектор оно равно

$$\Delta Q_2 = \Delta Q_1 - \Delta Q_{K_1} - \Delta Q_{C_1} - \Delta Q_{O_1} . \quad (5)$$

Естественно, в связи с уменьшением теплосодержания снижается и температура наплавленного слоя.

Ее величина определяется

$$t_2 = t_0 + \frac{\Delta Q_2}{\delta \cdot R \cdot \Delta \varphi \cdot \ell \cdot \rho \cdot C} . \quad (6)$$

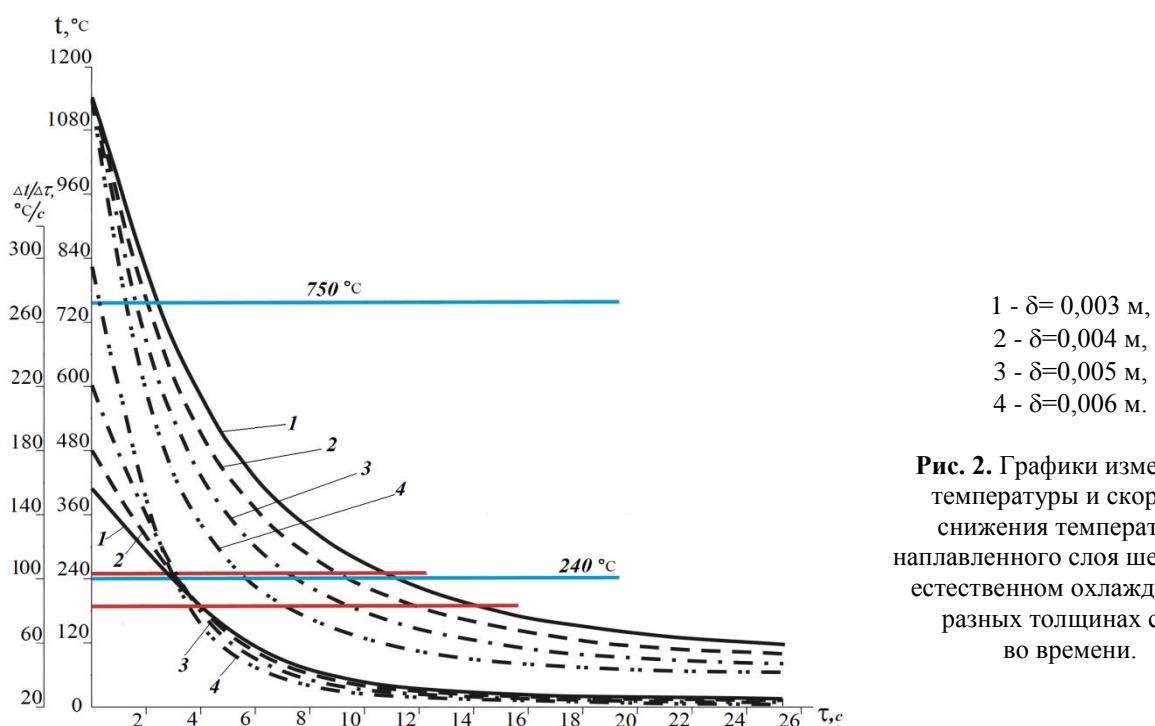
В следующих секторах температура наплавленного слоя рассчитывалась по этой же методике и в каждом секторе определялись скорость изменения температуры слоя.

$$\frac{t_1 - t_2}{\Delta \tau} ; \quad \frac{t_2 - t_3}{\Delta \tau} ; \quad \frac{t_3 - t_4}{\Delta \tau} , \dots \frac{t_{n-1} - t_n}{\Delta \tau} . \quad (7)$$

Естественно, в диапазоне температуры наплавленного слоя  $750^0C - 240^0C$  для получения мартенситной структуры скорость его охлаждения должна быть не менее  $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} \min > 80^0C/c$ .

На основе изложенной методики для прогнозирования температуры наплавленного слоя и скорости его охлаждения использован численный метод. [12,13,16,19,20]

Для его реализации по составленной программе на языке QBASIC произведены необходимые расчеты. Результаты вычисления при разной толщине наплавленного слоя ( $\delta = 0,003 \dots 0,006$  м) приведены на рис. 2.



**Рис. 2.** Графики изменения температуры и скорости снижения температуры наплавленного слоя шейки при естественном охлаждении и разных толщинах слоя во времени.

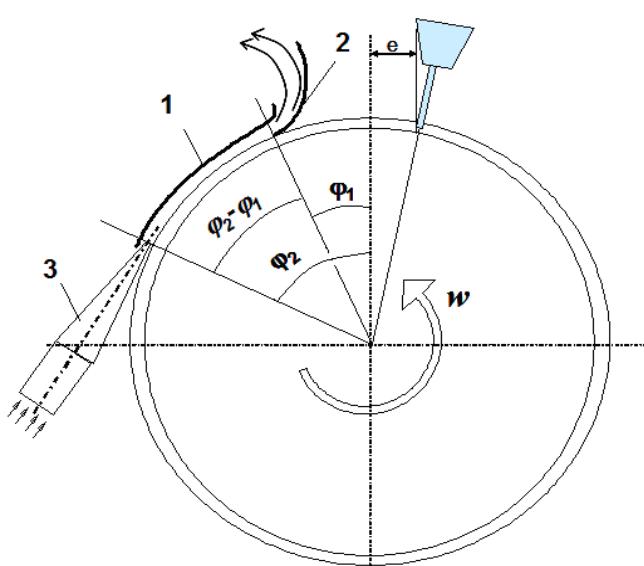
Основной вывод по результатам расчетов – для всех рассмотренных толщин наплавленного слоя в конце диапазона температур ( $750 \dots 240^0C$ ), где образовывается мелкозернистый мартенсит, скорость охлаждения слоя не соответствует условию  $\frac{\Delta t}{\Delta \tau} \min > 80^0C/c$ . Следовательно, в указаном диапазоне температур создано неполное условие образования мелкозернистого мартенсита.

Для создания полного условия образования мартенсита в наплавленном слое необходимо интенсифицировать тепловыделение на завершающем этапе охлаждения по меньшей мере одной пути выделения теплоты.

Поставленную задачу можно решить путем повышения интенсивности конвективного тепловыделения с наплавленного слоя в окружающую среду. По сравнению с другими способами тепловыделения у него малая тепловая инертность, есть возможность интенсифицировать тепловыделение в необходимом отрезке времени, интенсивное тепловыделение осуществляется с наружной поверхности наплавленного слоя и не оказывает существенного влияния на температурный режим других частей шейки.

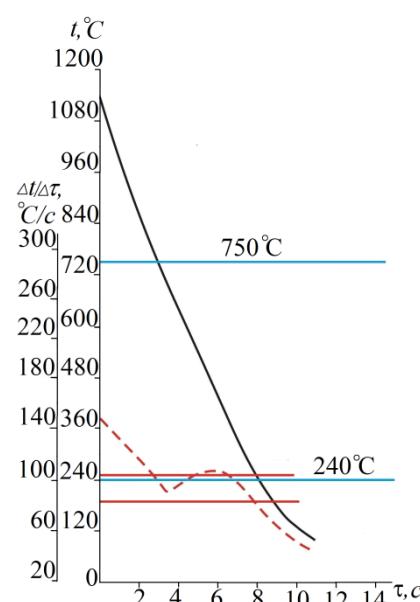
Наплавленный слой при скорости снижения его температуры ниже  $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$  окажется в зоне действия направленного против его движения с помощью кожуха 1 безнапорного воздуха с большой скоростью (рис. 3). В диапазоне центральных углов  $\varphi_2-\varphi_1$  изменения скорость направленного потока воздуха и режим его течения достигается скорость охлаждения наплавленного слоя не ниже  $80^{\circ}\text{C}/\text{s}$ . Для исключения влияния направленного потока на зону наплавки шейки установлен отражатель 2.

Для повышения интенсивности конвективной теплоотдачи с наплавленного слоя в диапазоне центральных углов  $\varphi_2-\varphi_1$  по вышенназванной программе (QBASIC) методом последовательных приближений прогнозировано необходимое среднее значение коэффициента теплоотдачи  $\alpha$ . Результаты этих поисковых вычислений приведены на рисунке 4.



1 – направляющий кожух, 2 – отражатель воздуха,  
3 – сопло.

**Рис.3.** Схема устройства для охлаждения наплавленного слоя вынужденной конвекцией.



**Рис. 4.** Графики изменения температуры и скорости снижения температуры наплавленного слоя шейки при вынужденной конвективной теплоотдаче (толщина наплавленного слоя  $\delta=0,005$  м) во времени.

Определенные: продолжительность естественного охлаждения  $\varphi_l$ ; продолжительность вынужденной конвективной теплоотдачи  $\varphi_2 - \varphi_l$ ; необходимые средние значения коэффициента теплоотдачи привынужденной конвективной теплоотдачи  $\alpha_{cp}$  – приведены в зависимости от толщины слоя в табл. 1.

**Таблица 1. Продолжительности естественного и вынужденно конвективного охлаждения, необходимые средние значения коэффициента теплоотдачи при вынужденном конвективном охлаждении наплавленного слоя в зависимости от толщины слоя**

$\delta, \text{м}$	0,003	0,004	0,005	0,006
$\varphi_l, \text{град}$	39,58	32,38	29,68	23,39
$\varphi_2 - \varphi_l, \text{град.}$	17,09	33,29	43,18	53,07
$\alpha_{\text{опт}}, \text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{°C}$	34,34	40,73	46,84	55,02

В диапазоне углов  $\varphi_2 - \varphi_1$  для организации вынужденного конвективного охлаждения наплавленного слоя использовано (рис. 3) известное комбинированное сопло. На расширяющейся части комбинированного сопла воздух адиабатно расширяется до давления окружающей среды и направляется с большой скоростью на наплавленный слой. Количество теплоты  $\Delta Q_{\text{возд}}$ , которое забирается воздушным потоком, должно соответствовать количеству теплоты, выделяемого от наплавленного слоя при его вынужденной конвекции (рис.4).

$$\Delta Q_{\text{возд}} = \Delta Q_k = \alpha_{cp} \cdot A_c (t_{1cp,\text{слоя}} - t_{cp,\text{возд}}) \cdot \Delta \tau \cdot \bar{\varepsilon}_l \quad (8)$$

Необходимое среднее значение коэффициента теплоотдачи  $\alpha_{cp}$  ( $\bar{\alpha}$ ) при поперечном обтекании газов цилиндрической поверхности по результатам известных исследований в диапазоне критерия Рейнольдса  $Re = 1...4 \cdot 10^5$  характеризуется следующим критериальным уравнением:

$$\bar{Nu} = (0,43 + C_R Re^m Pr^{0,38}), \quad (9)$$

здесь  $\bar{Nu} = \bar{\alpha} \cdot d / \lambda$  - среднее значение критерия Нуссельта;

$Re = c_2 \cdot d / \bar{\nu}$  - среднее значение критерия Рейнольдса;

$Pr = \bar{\nu} / a$  - среднее значение критерия Прандтля, для воздуха при атмосферном давлении ( $p_2 = 98066,5$  Н/м<sup>2</sup>) и в диапазоне температуры - 50...+300 °C

$Pr = 0,71$ ;  $d=0,06$  м – диаметр наплавленного слоя шейки;

$\bar{\nu}$  - кинематическая вязкость воздуха при его средней температуре, м<sup>2</sup>/с;  
 $a$  – коэффициент температуропроводности воздуха, м<sup>2</sup>/с.

Из этого уравнения определяется необходимая скорость потока воздуха  $c_2$ , обдувающего наплавленный слой

$$c_2 = \left( \frac{\bar{\alpha} d}{C_R \cdot Pr^{0,38}} - 0,43 \right)^{\frac{1}{m}} \cdot \frac{\bar{\nu}}{d}. \quad (10)$$

Наряду с этим, скорость воздушного потока  $c_2$  на выходе из комбинированного сопла

$$c_2 = \sqrt{2 \frac{k}{k-1} RT_1 \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (11)$$

здесь  $k \approx 1,4$  – показатель адиабаты воздуха;

$R$  – газовая постоянная воздуха, Дж/(кг· °C);

$T_1$  – температура воздуха до комбинированного сопла, °K;

$p_1$  – давление воздуха до комбинированного сопла, Н/м<sup>2</sup>;

$p_2 = 98066,5$  Н/м<sup>2</sup> – давление воздуха после комбинированного сопла.

Приравнивая выражения (10) и (11) определяется необходимое давление воздуха у входа в комбинированное сопло.

$$p_1 = p_2 \cdot \left[ 1 - \frac{k-1}{k} \cdot \frac{1}{2RT_1} \left( \frac{\bar{\alpha} d}{C_R \cdot Pr^{0,38}} - 0,43 \right)^{\frac{2}{m}} \cdot \frac{\bar{\nu}^2}{d^2} \right]^{\frac{-k}{k-1}}. \quad (12)$$

По известной методике теплотехники приняв средний коэффициент теплопроводности  $\lambda$  и средней кинематической вязкости  $\nu$  воздуха по его средней температуре определена зависимость необходимого начального давления воздуха у входа в комбинированное сопло от толщины наплавленного слоя:

$\delta, \text{м}$	0,003	0,004	0,005	0,006
$p_i, \text{Па}$	207901	261837,6	314793,5	408937,3

Воздух под таким давлением в завершающем этапе охлаждения наплавленного слоя усиливает конвективную теплоотдачу от него. [14,15]

Выводы:

**1. Обеспечение скорости изменения температуры не ниже  $80...100^{\circ}\text{C}/\text{s}$  в конце мартенсит образуемого диапазона температуры  $750...240^{\circ}\text{C}$  наплавленного слоя можно достичь вынужденной конвективной теплоотдачей, обладающей малой тепловой инертностью и возможностью воздействия только на наплавленный слой.**

**2. Для обеспечения образования мелкозернистого мартенсита в наплавленном слое шейки вынужденной конвективной теплоотдачей давление воздуха во входе комбинированного сопла должно составлять при толщине слоя  $\delta=0,005\text{м}$  в пределах  $p_i=314793,5 \text{ Па}$ , а при толщине слоя  $\delta=0,006 \text{ м} - p_i=408937,3 \text{ Па}$ .**

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бисекенов А.Б., Оралбаев С.Ж., Каржаубаев А.С. Сравнительные исследования износостойкости коленчатых валов, восстановленных широкослойной наплавкой с ферромагнитной шихтой / Материалы науч.-практ. конф. профес-сорско-преподавательского состава и аспирантов факультета механизации сельского хозяйства КазСХИ. - Алматы, 8-10 декабря, 1994. – С.75-77.
- [2] Патент РК №3646. Способ восстановления изношенных шеек коленча-того вала /Бисекенов А.Б., Оралбаев С.Ж., Каржаубаев А.С.; опубл. 15.04.98, Бюл. №3 . – 2 с: ил.
- [3] Оралбаев С.Ж., Бисекен А.Б. Балқылау процесінің режимін оптималдау //Ізденіс. Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің ғылыми журналы. – Алматы, 2010, №2. – 310-313 бб.
- [4] Бисекен А.Б., Оханов Е.Л., Оралбаев С.Ж. Иінді біліктің үйкеліс жұбындағы тозуды зерттеудің теориялық негіздері //Ізденіс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің ғылыми журналы. – Алматы, 2010, №2. – 313-316 бб.
- [5] Бисекен А.Б., Оралбаев С.Ж. ЗМЗ-53 моторының іінді біліктерін қажуға сынаудың нәтижелері //Ізденістер, нәтижелер. ҚазҰАУ-інің ғылыми журналы. – Алматы, 2010, №2. – 77-80 бб.
- [6] Оптимизация режима наплавочного процесса // Поиск Научный журнал Министерства образования и науки Республики Казахстан- Алматы, 2010, №2 – 310-313 стр.
- [7] Теоретические основы исследования износа труящихся пар коленчатого вала // Поиск Научный журнал Министерства образования и науки Республики Казахстан- Алматы, 2010, №2 – 313-316 стр.
- [8] Результаты испытания коленчатых валов двигателя ЗМЗ-53 на усталость // Исследования, результаты. Научный журнал КазНАУ-Алматы, 2010, №2 – 77-80 стр.
- [9] Отчет о научно - исследовательской работе по темам: 02.01.09.06. И. Разработать ресурсосберегающие технологии и комбинированные агрегаты для возделывания озимой пшеницы, овощей и сахарной свеклы на поливных землях южного региона республики и прогрессивные технологические процессы восстановления деталей сельскохозяйственных машин 02.01.09.06.И2в. Провести лабораторные испытания восстановленных деталей. - Алматы, 2003, -58с.
- [10] Новожилов Н.М. Основы металлургии дуговой сварки в газах. - М.: Машиностроение, 1979. -231с.
- [11] Наливкин В.А. Технологические основы направленного формирования свойств автотракторных деталей. Автореф. Дис. ... докт. техн. наук. -МАДИ, 1972. -65с.
- [12] Остаточные напряжения и методы регулирования. Труды Всесоюзного симпозиума по остаточным напряжениям и методам регулирования АН СССР НИИМАШ г. Шербинка , 1982. - 412 с.
- [13] Пытьев ю.п. Математические методы интерпретации эксперимента. М.: Высшая школа, 1989.-351 с.
- [14] Какуевицкий В.А. Усталостная прочность и деформации чугунных коленчатых валов,

восстановленных различными способами наплавки (соавторы Рагуцкий И.В., Трубачев И.В., Подолян С.А., Тихий В.А., Сайченко А. С, Подгаецкий ).- Сварочное производство, 1981, №7, с. 30-33.

[15] Отчет о научно-исследовательской работе 02.01.09.06. и разработать прогрессивные технологические процессы восстановления деталей сельскохозяйственной техники, (промежуточный) 2-149. Алматы, 2001.-29с.

[16] Отчет о научно-исследовательской работе (часть вторая) 02. 01. 09. Об.И1а. Разработать технологический процесс восстановления чугунных коленчатых валов (промежуточный). - Алматы, 2002, 33с.

[17] Илямов ХХ.М., Абсетова А.А., Бисекенов А.А. Состав для повышения износостойкости узла трения. Патент РК №29618.бюл №3, 16.03.2015г.

[18] А.Бисекен, Д.Мухамбетов, А.Бисекенов Использование шунгита в парах трения машин для повышения их ресурса. Ж.Sciences of Europe, 19(19), 2017.Praha.

[19] Kargin J., Mukhambetov D., Biseken A., Obtaining of an iron powder from spent pickling solution., Журнал «Научные исследования» М.: Проблемы науки, 2016, №10 (11), С. 13-15.

[20] Ленивкин В.А., и др. Технологические свойства сварочной дуги в защитных глазах..- М.: Машиностроение., 1989.-264 с.

Оралбаев С.Ж., Жетпейсов М.Т., Илямов Х.М., Бисекен А.Б., Сапарбаев Е.Т.

**Інді біліктің мойыншаларын электротехнологиялық тәсілмен жаңартудың теориялық алғышарттары**

**Түйіндеме.** Шойын інді білікті жаңартудың технологиялық процесін жасау кезінде қажетті тозуга төзімділікті қамтамасыз ету үшін балқыланған қабатта мартенситтік құрылымды алу қажет етіледі.

Балқыланған қабатта мартенситтік құрылым түзілу үшін сұыту жылдамдығы 80-90 °C/с-тен кем болмауға тиіс. Винттік сзызық бойынша балқылау мұндай жағдайды туындаған алмайды, сондықтан біздің зерттеулерімізде мойынша ені бойынша балқылау пайдаланылды. Балқыланған қабаттан жылулықтың бөлінуі мен оны сұыту жылдамдығы қарастырылды.

Бірінші жуықтауда әрбір секторда орналасқан балқыланған қабат бөлігінің температурасы бүкіл көлемі бойынша тұрақты болады деп есептейтін болсақ, онда ондағы жылулық коршаган ортаға үш жолмен бөлінеді:

- конвективтік жылубергіштік;
- сәулелік жылубергіштік;
- мойыншаның негізгі металына жылубергіштік.

Ұсынылған әдістеме бойынша балқыланған қабаттың температурасын және оны сұыту жылдамдығын болжамдау үшін сандық әдіс пайдаланылды. Оны жузеге асыру үшін QBASIC тілінде жасалған бағдарлама бойынша қажетті есептеулер жүргізілді.

Осы қағидаттар негізінде біліктің құрылымы мен геометриясының минималды өзгеруін қамтамасыз ететін інді біліктің мойыншаларын кеңқабатты балқылау мүмкіндігінің теориялық алғышарттары ұсынылады.

**Түйін сөздер:** жаңарту, балқылау, балқыланған қабат, мартенсит, конвективтік жылубергіштік

УДК 519.63

**Issakhov A.A.<sup>1</sup>, Tong Yang<sup>2</sup>, Baitureyeva A.R.<sup>3</sup>**

(<sup>1,3</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup> Middlesex University, London, UK)

e-mail: [baitureyeva.aiymzhan@gmail.com](mailto:baitureyeva.aiymzhan@gmail.com)

## MATHEMATICAL MODELING OF DISTRIBUTION OF COMBUSTION PRODUCTS OF EKIBAZTUV GRES-1 UNDER CONTINENTAL CLIMATE CONDITIONS

**Abstract.** Air pollution by emissions from energy facilities is now an acute environmental problem. This paper presents the use of CFD methods for modeling the dispersion of emissions of combustion products from one of the largest energy complexes in Kazakhstan and the CIS, Ekibastuz GRES-1 (Pavlodar, Kazakhstan). For this purpose, the coldest and hottest seasons were considered: summer (July) and winter (January). The numerical algorithm was verified by simulating a benchmark test problem and comparing the obtained numerical results with experimental measurements.

**Key words:** Navier-Stokes equations, mass transfer, numerical simulation, air pollution, concentration, thermal power plant, continental climate.

Исахов А.А.<sup>1</sup>, Тонг Янг<sup>2</sup>, Байтуреева А.Р.<sup>3</sup>  
(<sup>1,3</sup>КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,  
<sup>2</sup> Университет Миддлсекс, Лондон, Великобритания)  
e-mail: [baitureyeva.aiymzhan@gmail.com](mailto:baitureyeva.aiymzhan@gmail.com)

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЭКИБАЗТУСКОЙ ГРЭС-1 В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Аннотация:** Загрязнение атмосферы выбросами от энергетических объектов является сейчас острой экологической проблемой. В данной работе представлено использование методов вычислительной гидродинамики для моделирования рассеивания выбросов продуктов сгорания одного из крупнейшего энергетических комплексов Казахстана и СНГ Экибастузского ГРЭС-1 (г. Павлодар, Казахстан). В этих целях были рассмотрены самое холодное и самое жаркое времена года: лето (июль) и зима (январь). Верификация численного алгоритма была произведена с помощью моделирования тестовой задачи и сравнения полученных численных результатов с экспериментальными измерениями.

**Ключевые слова:** уравнения Навье-Стокса, массоперенос, численное моделирование, загрязнение воздуха, концентрация, тепловая электростанция, континентальный климат.

**Введение.** Загрязнение воздуха с каждым годом становится все более серьезной крупномасштабной проблемой. Согласно окончательному отчету Международного энергетического агентства (IEA – International Energy Agency) о выбросах за 2017 год (обновленному в октябре 2019 года), в Казахстане выбросы  $CO_2$ , связанные с сжиганием угля увеличились во сравнению с 2000 годом на 96.5% [1-2].

В данной работе рассматриваются выбросы, связанные с эксплуатацией Экибастузской ГРЭС-1 имени Булата Нуржанова (г. Павлодар, Казахстан). Она является самой крупной станцией национального значения в Казахстане, работающей на твердом топливе, и одной из крупнейших угольных электростанций в мире с текущей располагаемой мощностью 3500 МВт [3].

Климат местности, где расположена Экибастузская ГРЭС-1 является континентальным и разница температур воздуха зимой и летом составляет в среднем 45 °C[4]. Чтобы исследовать характер рассеивания выбросов, в данной работе были рассмотрены два времени года: лето (июль, 2019 г.) и зима (январь 2020 г.). В целях проверки корректности математической модели, численный алгоритм прошел валидацию и верификацию путем решения экспериментальной задачи дисперсии газа в аэродинамической трубе. В данной работе было использовано программное обеспечение для инженерного анализа и численного моделирования ANSYS Fluent 19.1.

**Методы.** Вычислительная гидродинамика основана на решении уравнений Навье-Стокса (уравнения неразрывности и уравнения движения) [5–7]. Было установлено, что осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса (RANS – Reynolds Averaged Navier–Stokes) могут качественно предсказать поведение потока и концентрации веществ [8]. В данной работе были протестированы некоторые разновидности RANS k-ε модели: Standard k-epsilon, Realizable k-epsilon и RNG k-epsilon. Для аппроксимации градиентов был использован метод Грина – Гаусса (Green–Gauss cell based scheme). Адвекция была дискретизирована с использованием схемы против потока второго порядка. В данной работе был использован полуяевый метод SIMPLE (semi-implicit method for the pressure-linked equation), распространенный для численного решения несжимаемой жидкости, алгоритм которого связывает давление и скорость.

### Результаты.

**Тестовая задача.** Трехмерная вычислительная область тестовой задачи имеет размеры  $1.08 \times 4.2 \times 1.94$  м, а расстояние между кубом и ветренным входом в расчетную область составляет 5.0Н. (Рис. 1).

На рис. 2, а проиллюстрирована конфигурация рассматриваемого потока.  $U_H$  определяется как средняя скорость ветра на высоте Н ( $U_H = 0.4$  м/с). Степенной показатель вертикального профиля продольной скорости воздуха составляет 0.25. Интенсивность турбулентности в продольном направлении на высоте здания Н составляет приблизительно 20%. На рис. 2, б показаны вертикальные профили безразмерной средней скорости  $U/U_H$  и турбулентной интенсивности  $I_u$ , полученные экспериментальным путем. Граничные условия были заданы согласно рисунку 1.

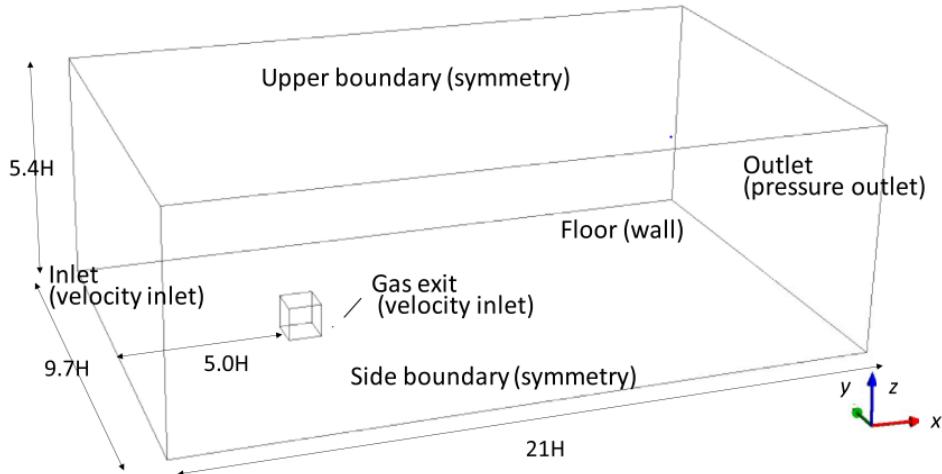


Рис. 1. Вычислительная область и граничные условия для тестовой задачи [9]

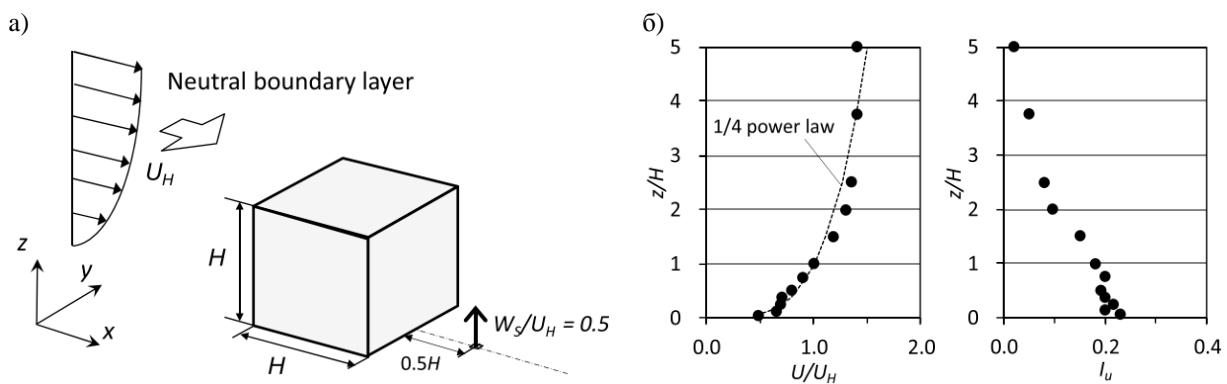


Рис. 2. (а) конфигурация рассматриваемого потока, (б) измеренные профили средней обезразмеренной скорости и турбулентной интенсивности вдоль потока [9]

Для вычислений использовалась тетраэдральная сетка, которая была сгущена в области, представляющей наибольший интерес, то есть вокруг куба (Рис. 3). Размеры сетки были выбраны исходя из размеров, рекомендованных в статье [9]: количество тетраэдральных ячеек составило 4,494,837.

Основываясь на экспериментальных значениях из Рис. 2б, были интерполированы и заданы входные профили скорости  $U$  и интенсивности турбулентности  $I_u$ . Соответственно, входные профили турбулентной кинетической энергии  $k$  и диссипации  $\varepsilon$  рассчитываются следующим образом:  $k(z) = (I_u(z)U(z))^2$ ,  $\varepsilon = C_\mu^2 k(z) \frac{U_H}{H} \alpha \left(\frac{z}{H}\right)^{\alpha-1}$ , где  $\alpha = 0.25$  – степенной показатель.

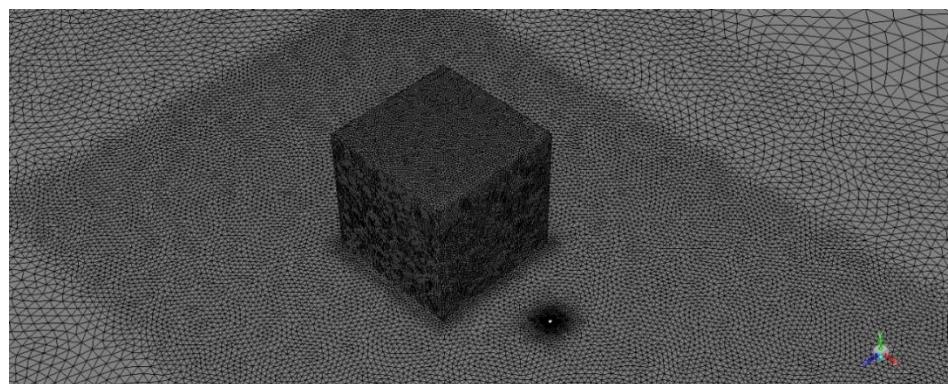


Рис. 3. Расчетная сетка

Для поверхности земли пристеночные функции были модифицированы в соответствии с шероховатостью, определяемой эквивалентной высотой шероховатости  $k_s$  и константой шероховатости  $C_s$ .  $k_s$  определяется как  $k_s = 9.793z_0/C_s$ , в котором  $z_0$  оценивается как 0.0004 м согласно профилю скорости, полученному из экспериментов, а  $C_s$  принимается за 0.5. Для выбросов интенсивность турбулентности была установлена на уровне 10%. Критерии сходимости были установлены равными  $10^{-5}$ . Число Шмидта было установлено по умолчанию:  $Sc = 0.7$ .

На рисунке 4 представлено сравнение численных результатов различных моделей турбулентности RANS k-epsilon (RLZ, RNG и Standard) с экспериментальными данными в вертикальных сечениях  $x/H = 1.0, 1.5, 2.0$  ( $z/H = 0$ ) для безразмерных величин скорости  $\frac{U}{U_H}$  и концентрации  $\frac{C}{C_0}$  соответственно. Здесь  $C_0$  – характеристическая концентрация, выражаемая как:  $C_0 = \frac{Q_e}{H^2 U_H}$ , где  $Q_e$  – темп выброса загрязняющих веществ, который был определен как объемный расход. Значение  $C_0$  в экспериментах составило 312.5 ppm.

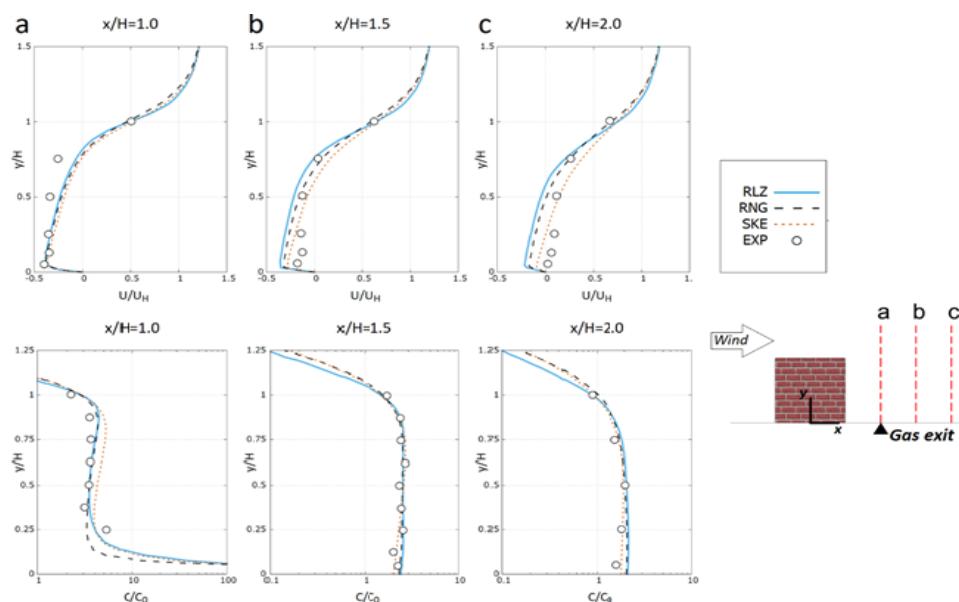


Рис. 4. Сравнение численных и экспериментальных измерений

Для анализа соответствия между экспериментами и результатами вычислений существуют различные метрики валидации: FAC2 (Factor of 2 of the Observations), FB (Fractional Bias) и нормализованная среднеквадратичная ошибка NMSE (Normalized Mean Square Error). Эти метрики могут быть выражены следующим образом:

$$FAC2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i \text{ где } n_i = \begin{cases} 1 & \text{при } 0.5 \leq \frac{P_i}{Q_i} \leq 2 \\ 1 & \text{при } O_i \leq 0.05 \text{ и } P_i \leq 0.05 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

$$FB = \frac{[O] - [P]}{0.5([O] + [P])}, \quad NMSE = \frac{[(O_i - P_i)^2]}{[O][P]}$$

где  $O_i$  и  $P_i$  - экспериментальные и вычисленные значения данной переменной в точке  $i$  соответственно;  $N$  - количество точек измерения данных. Квадратные скобки обозначают среднее значение по всему набору данных. Значения метрик, соответствующих идеальному соответствию данных, составляют 1.0 для FAC2 и 0.0 для FB и NMSE.

В таблице 1 приведены полученные значения FAC2, FB и NMSE, пробы концентрации были взяты из 21 точек. Согласно метрике FAC2, все модели достигли идеального значения 1. Согласно метрике FB модель RNG лучше, чем RLZ. Однако, по данным NMSE, модель RLZ лучше, чем RNG. Отклонение от нуля модели RNG по NMSE больше, чем у RLZ по FB, поэтому модель RLZ была выбрана для будущих расчетов как наиболее корректная.

Таблица 1. Показатели метрик валидации для концентрации  $C/C_0$

	FAC2	FB	NMSE
RLZ	1	-0.059,94	0.193,495
RNG	1	-0.031,34	0.287,297
SKE	1	-0.096,49	0.466,415

**Моделирование выбросов Экибастузской ГРЭС-1.** На основе успешной валидации и верификации численного алгоритма, было смоделировано рассеивание выбросов продуктов сгорания Экибастузской ГРЭС-1 в полномасштабных размерах при различных сезонах года.

Электростанция состоит из основного корпуса и двух дымовых труб. Размеры основного корпуса: длина - 500 м, ширина - 132 м, высота - 64 м. Высота дымовых труб составляет 300 метров (построена в 1980 году) и 330 метров (построена в 1982 году), диаметр устья для каждой составляет 10 метров [10]. Трехмерная вычислительная область имеет размеры  $10\ 000 \times 4000 \times 2500$  м, а расстояние между входом в расчетную область и трубой высотой 330 м (находится в начале координатной системы) составляет 2250 м. Согласно рекомендациям для правильного построения расчетной области, расстояние между входом в расчетную область и основным корпусом электростанции составляет  $7H$  (здесь и далее  $H = 300$  м), свободное расстояние между выходом и крайним зданием энергетического комплекса составляет  $20H$ , свободное расстояние между объектами и боковыми сторонами составляет  $6.7H$ , высота расчетной области  $8.34H$  [11].

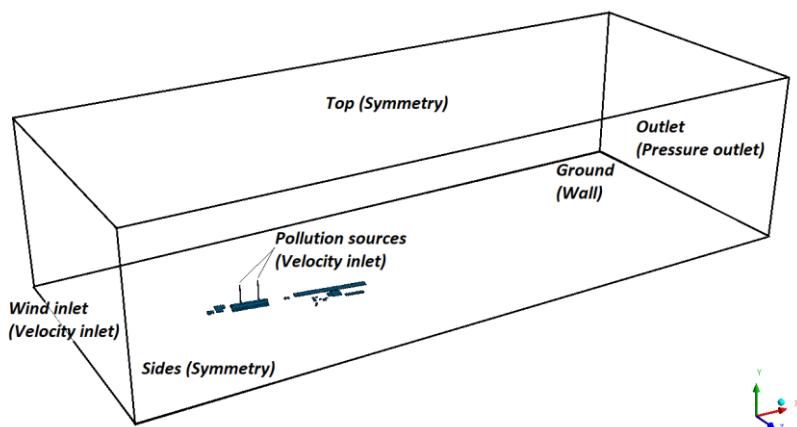


Рис. 5. Расчетная область и граничные условия модели Экибастузской ГРЭС-1

Согласно климатическим данным г. Экибастуз, ветер чаще всего дует в направлении с юго-запада на северо-восток (более 288 часов в год), поэтому геометрия для расчетов была построена в соответствии с данным направлением ветра (Рис. 6).

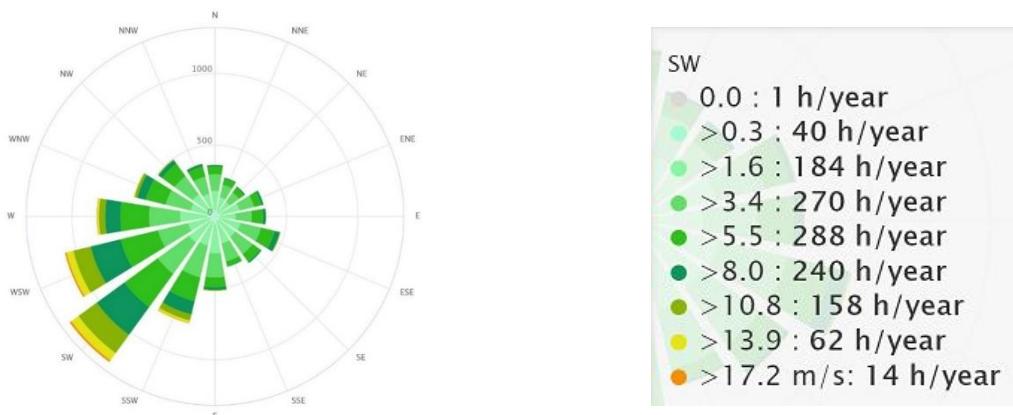


Рис. 6. Роза ветров г. Экибастуз

Расчетная сетка была построена по тому же принципу, что и в тестовой задаче, то есть со сгущением в области траектории движения выбросов.

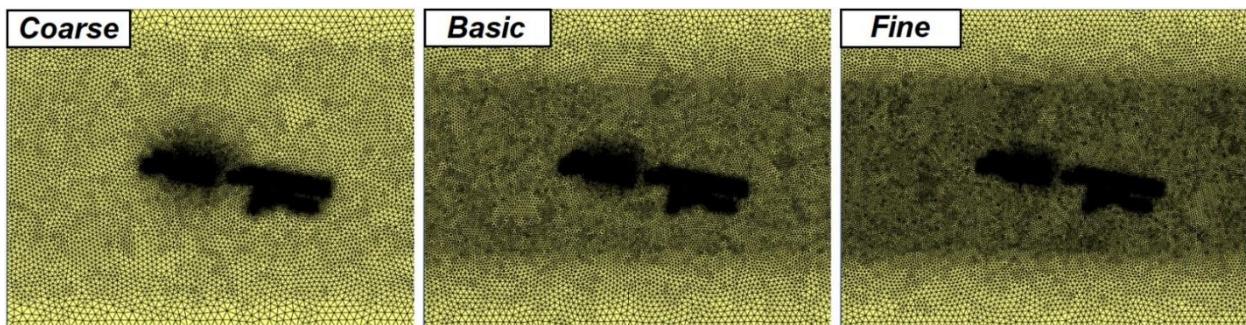


Рис. 7. Расчетные сетки, вид сверху: грубая, базовая и измельченная

Перед началом расчетов был выполнен анализ чувствительности сетки (Рим. 7). В этих целях были проведены вычисления на трех типах сетки, в зависимости от количества ячеек: грубой (4,098,678), базовой (7,823,988) и измельченной (10,957,674). Согласно полученным результатам, разница между базовой и грубой сеткой была значительной, в то время как разница между базовой и измельченной сеткой не превышала 5% для вертикальных сечений и 10% для горизонтальных. Таким образом, для дальнейших расчетов была выбрана базовая сетка.

Согласно климатическим данным г. Экибастуз, самым жарким месяцем является июль (в среднем 28 °C), а самым холодным – январь (в среднем -17 °C). В работе использовались последние метеорологические данные, согласно которым в июле 2019 года средняя температура за месяц оставила 25 °C, а в январе 2020 года средняя температура была -16 °C[5]. Относительная влажность воздуха летом составила 40%, зимой – 85%.

Температура выбросов равна 150 °C [12]. Скорость выбросов зависит от температуры окружающей среды, а также от высоты трубы. Таким образом, для лета и зимы были рассчитаны скорости выбросов с помощью формулы расчета расхода дымовых газов, вызванный тягой. Так как высоты труб различаются, скорости для каждого устья получились различными: для трубы высотой 300 м летом – 29.2 м/с, зимой – 34 м/с; для трубы высотой 330 м летом 30.6 м/с, зимой 35.6 м/с.

В состав выбросов Экибастузской ГРЭС-1 входят:  $NO_x$  (54,700 тонн),  $SO_2$  (132,900 тонн),  $CO$  (2,800 тонн) и  $CO_2$  (24,150.7 тыс. тонн). Так как доля  $CO_2$  в выбросах составляет 99.1%, распределение этого газа было подробно рассмотрено в дальнейшем. Число Шмидта было задано равным стандартному значению:  $Sc=0.7$ .

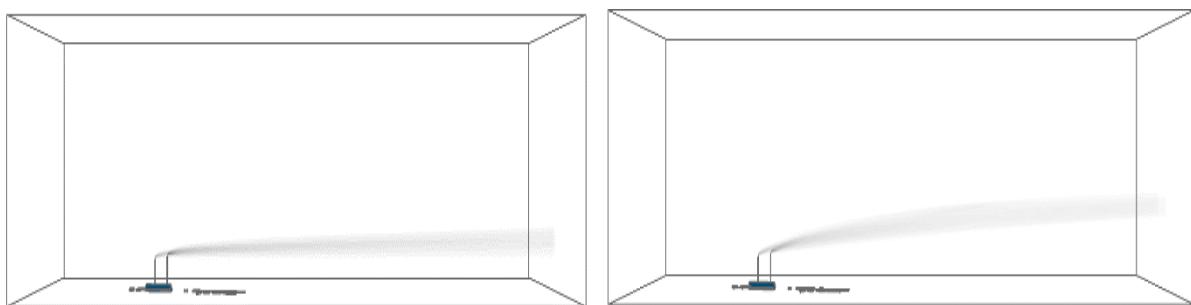
Поскольку для масштабных атмосферных вычислений невозможно экспериментально измерить профиль скорости  $u$ , кинетическую энергию турбулентности  $k$  или скорость диссипации  $\varepsilon$ , их начальные профили были установлены в соответствии со статьей [13], в которой описаны профили этих компонентов, наиболее подходящие для моделирования ветроэнергетических задач.

$$u = \frac{u_*}{\kappa} \ln \left( \frac{y + y_0}{y_0} \right) \quad u_* = \frac{\kappa u_{ref}}{\ln(y_{ref} + y_0)} \quad k = \frac{u_*^2}{\sqrt{C_\mu}} \quad \varepsilon = \frac{u_*^3}{\kappa(y + y_0)}$$

где  $C_\mu = 0.09$ ,  $y_0 = 0.2$ ,  $\kappa = 0.4$ ,  $u_*$  – динамическая скорость.

Здесь  $u_{ref}$  был задан равным 7 м/с, в соответствии с метеорологическими данными и розой ветров, представленными на рисунке 6.  $y_{ref} = 10$  м, поскольку воздушные измерения для метеорологических данных, как правило, производятся на этой высоте. Для моделирования было учтено влияние сил плавучести.

**Обсуждение.** Влияние эффекта плавучести позволило смоделировать поведение траектории загрязняющих веществ для различных температурных отклонений между выбросами и окружающей средой. Таким образом, зимой, за счет сильного перепада температуры, горячие продукты сгорания поднимаются выше, чем летом. Как следствие, из-за появляющейся разницы в давлении, скорость движения выбросов в атмосфере становится выше, поэтому зимой поперечная струя выбросов поднимается выше, чем летом (Рис.8).



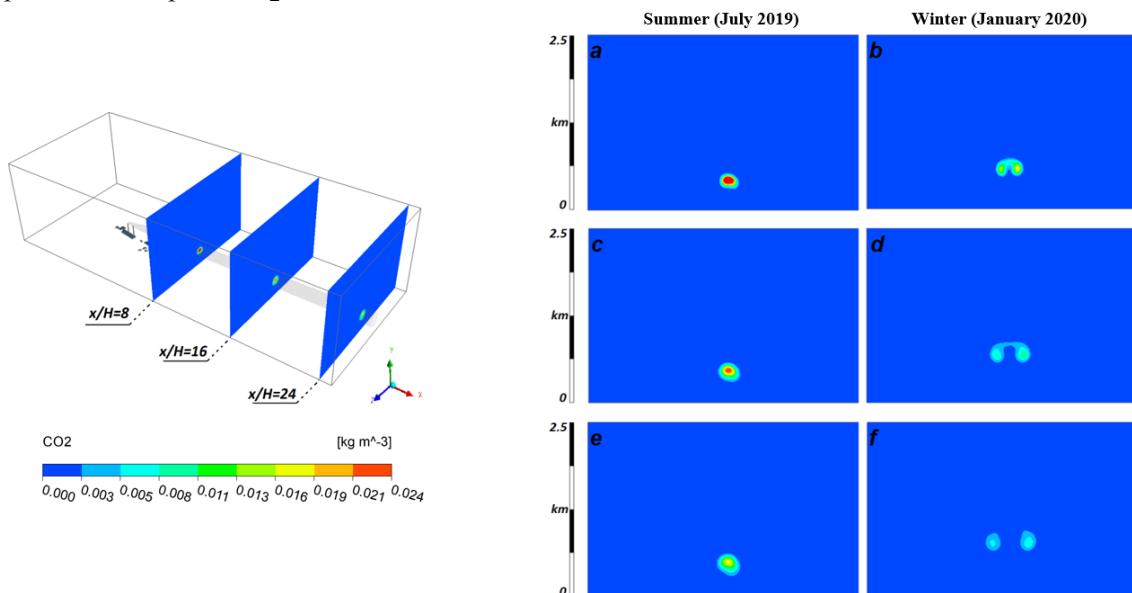
**Рис. 8.** Сравнение траектории дымового следа загрязняющего вещества под влиянием погодных условий, слева: лето, справа: зима

Далее были рассмотрены поперечные вертикальные сечения, которые были взяты в плоскости YZ на координатах  $x/H = 8, 16$  и  $24$ . На рисунке 9 показано сравнение поля концентрации  $CO_2$  в этих сечениях (лето и зима).

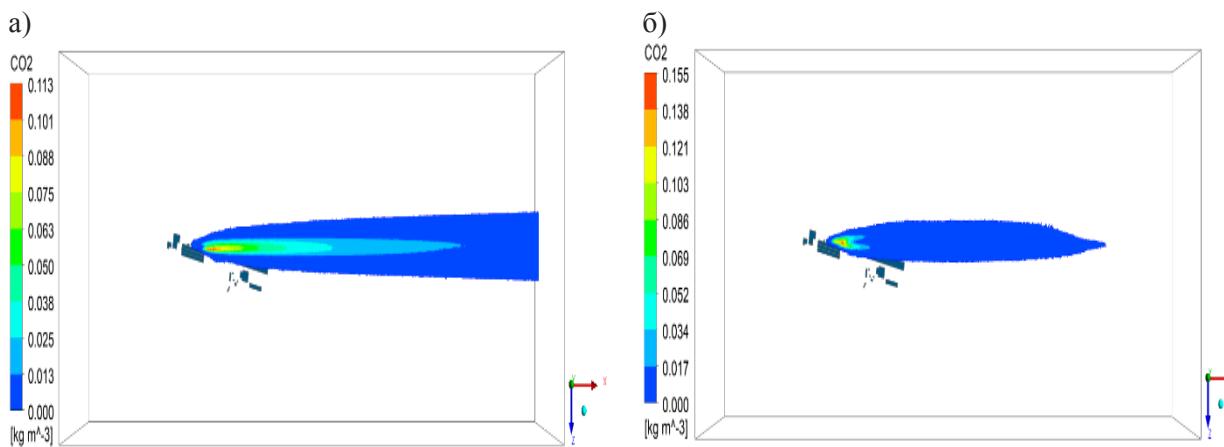
На графиках наглядно видно, что летом концентрация загрязняющего вещества по мере удаления от источника, снижается медленнее, чем зимой. Так же, зимой большая разница температуры между окружающей средой и выбросами приводит к высокой скорости тепломассообмена, что, как следствие, ведет к увеличению турбулентных процессов в течении.

Поэтому в поперечном сечении загрязняющие вещества наглядно принимают формы подковы. Появление формы подковы при поперечном течении двух веществ подробно описано в опубликованной ранее научной литературе [14-15]. Подтверждение этих выводов подкрепляется графиками на рисунке 10, где представлено распространение концентрации  $CO_2$  вниз по потоку на высоте 400 м (вид сверху). Максимальные значения концентрации соответственно наблюдаются у устья дымовой трубы. Для случая лета максимальное значение  $CO_2$  составляет  $0.113 \text{ кг}/\text{м}^3$ , тогда как для зимы  $0.155 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Это происходит за счет более высокой скорости выбросов зимой, однако, за счет большей разницы температуры с окружающей средой, рассеивание происходит быстрее. Это подтверждается также тем, что согласно полученным результатам, объем дымового следа зимой увеличивается больше, чем летом. Ширина слоя смешения для зимнего случая больше, чем летом.

**Выводы.** В данной работе численно было изучено распространение парниковых газов и загрязняющих выбросов от Экибастузского ГРЭС–1 с использованием программного обеспечения ANSYS Fluent. Математическая модель и численный алгоритм были верифицированы с использованием экспериментальной тестовой задачи. На примере реальной теплоэлектростанции была смоделирована дисперсия  $CO_2$ .



**Рис. 9.** Сравнение полей концентрации  $CO_2$  [ $\text{кг}/\text{м}^3$ ] на сечениях, перпендикулярных движению ветра при различных погодных условиях: а-б)  $x/H = 8$ ; в-г)  $x/H = 16$ ; д-ж)  $x/H = 24$ .



**Рис. 10.** Распространение концентрации СО<sub>2</sub> [кг/м<sup>3</sup>] в сечении XZ на высоте 400 метров: а) лето; б) зима.

Получено, что в зимних условиях скорость диффузии СО<sub>2</sub> больше, чем летом. Чем дальше расстояние от трубы, тем ниже концентрация вещества. Важным выводом является первостепенность влияния скорости ветра и температуры окружающей среды (в особенности в континентальных климатических условиях) на характер рассеивания загрязняющих веществ.

Таким образом, полученные численные данные могут позволить прогнозировать оптимальное расстояние от жилых районов для строительства тепловых электростанций, при котором концентрация выбросов будет оставаться на безопасном уровне в будущем.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] International Energy Agency (IEA). (2019) CO2 Emissions from Fuel Combustion
- [2] Электроэнергетика Казахстана: ключевые факты (2020) [online] Доступно по ссылке: <https://www.kegoc.kz/ru/elektroenergetika/elektroenergetika-kazahstana-klyuchevye-fakty> (Доступно: 10 мая 2020)
- [3] Экибастузская ГРЭС-1 побила исторический рекорд по выработке электроэнергии. (2020). [online] Доступно по ссылке: <https://tengrinxnews.kz/money/ekibastuzskaya-gres-1-pobila-istoricheskiy-rekord-vyirabotke-392337/> (Доступно: 10 мая 2020)
- [4] Всемирная метеорологическая база Meteoblue (2020). Доступно по ссылке: [https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/ekibastuz\\_kazakhstan\\_1524325](https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/ekibastuz_kazakhstan_1524325). (Доступно: 10 апреля 2020)
- [5] Y. Tominaga, S. Murakami, A. Mochida, CFD prediction of gaseous diffusion around a cubic model using a dynamic mixed SGS model based on composite grid technique, J. Wind Eng. Ind. Aerod. 67&68 (1997) 827–841.
- [6] Ferziger J. H., Peric M. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer; 3rd edition, 2013, -p. 426
- [7] Chung T. J. Computational Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 2002 - p. 1012.
- [8] Tominaga, Y., Stathopoulos, T., 2009. Numerical simulation of dispersion around an isolated cubic building: comparison of various types of k-e models. Atmospheric Environment 43, 3200–3210.
- [9] Tominaga, Y., & Stathopoulos, T. (2018). CFD simulations of near-field pollutant dispersion with different plume buoyancies. Building and Environment, 131, 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.008>.
- [10] ГРЭС-1 имени Булата Нуржанова/OSTOV/Репортаж (2020). Доступно по ссылке: <https://www.youtube.com/watch?v=DamrVqhpY2s> (Доступно: 10 апреля 2020)
- [11] Blocken B. et al., “Numerical evaluation of pollutant dispersion in the built environment: Comparisons between models and experiments”. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. 96 (2008) 1817–1831
- [12] Chunshan S. et al., (2004). Tri-reforming of Methane over Ni Catalysts for CO<sub>2</sub> Conversion to Syngas With Desired H<sub>2</sub>/CO Ratios Using Flue Gas of Power Plants Without CO<sub>2</sub> Separation. Studies in Surface Science and Catalysis - STUD SURF SCI CATAL. 153. 315-322. 10.1016/S0167-2991(04)80270-2.
- [13] Richards, P.J., Hoxey, R.P., 1993. Appropriate boundary conditions for computational wind engineering models using the k-ε turbulence model. J. wind Eng. ind. aerodyn. 46, 145-153.
- [14] Fric, T. and Roshko, A., Vortical structure in the wake of a transverse jet. Journal of Fluid Mechanics, 1994. 279: p. 1-47.
- [15] Andreopoulos, J., On the structure of jets in a crossflow. Journal of Fluid Mechanics, 1985. 157: p. 163-197.

УДК 621.689: 621.824.32

<sup>1</sup>S.N. Kolisnichenko, <sup>1</sup>V.V. Savinkin, <sup>1</sup>S.V. Kolisnichenko, <sup>2</sup>L.A. Kisilev, <sup>3</sup>V.N. Kuznetsova  
(<sup>1</sup>M. Kozybayev North Kazakhstan State University, <sup>2</sup>Direktor of Replazma LLP, Petropavlovsk, Kazakhstan, <sup>3</sup>Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia.  
e-mail: svetlana\_ko-ko@mail.ru)

## INCREASING THE OPERATION PERIOD OF THE DRILLING RIG PUMP BY RESTORING THE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE SHAFT NECKS BY USING HEAT-STRENGTHENED RINGS

**Abstract:** This article provides the results of research in the field of shaft restoration with the use of additional service components. The enabling technology of restoration by the means of escalating working surfaces with the use of heat-strengthened rings divided into sections is suggested. This method allows enhancing the nomenclature of the "Val" system repaired dimensions and to increase reliability and operation period of the restored parts. Key parameters of the technological process for restoring the original physical and mechanical properties of the worn surfaces are also provided.

**Keywords:** restoration, drilling complex pump, heat-strengthening of the rings, operation period.

<sup>1</sup>С.Н. Колисниченко, <sup>1</sup>В.В. Савинкин, <sup>1</sup>С.В. Колисниченко, <sup>2</sup>Л.А. Киселев, <sup>3</sup> В.Н. Кузнецова

(<sup>1</sup>Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаяева,  
<sup>2</sup>Директор ТОО «Ремплазма», Петропавловск, Казахстан,  
<sup>3</sup>Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, Омск, Россия.  
e-mail: svetlana\_ko-ko@mail.ru

## ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА НАСОСА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ ПУТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЕЕК ВАЛОВ ТЕРМОУПРОЧНЕННЫМИ КОЛЬЦАМИ

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований в области восстановления валов с помощью дополнительных ремонтных деталей. Предложена высокоэффективная технология восстановления путем наращивания рабочих поверхностей с использованием термоупрочненных колец, расчлененных на секции. Данный способ позволяет расширить номенклатуру ремонтных размеров системы «Вал», повысить надежность и долговечность восстанавливаемых деталей. Также приведены основные параметры технологического процесса восстановления первоначальных физико-механических свойств изношенной поверхности.

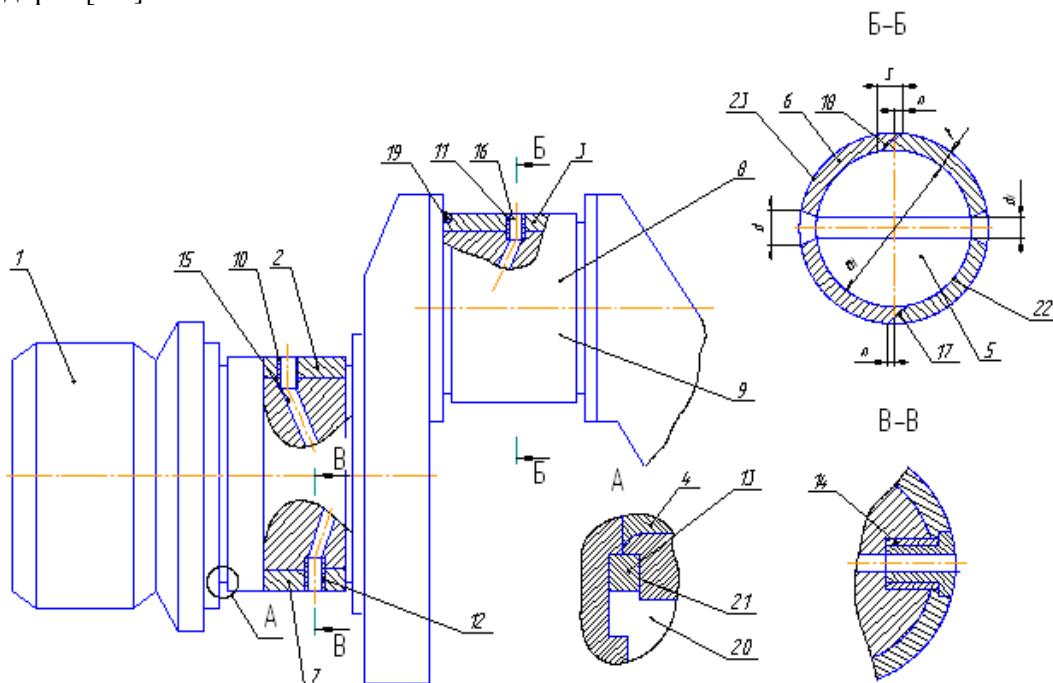
**Ключевые слова:** восстановление, насос бурового комплекса, термоупрочнение колец, долговечность.

**Введение.** В процессе эксплуатации нефтедобывающих машин и комплексов, неизбежно происходит снижение эффективности их эксплуатации. Основными критериями эффективности приняты ресурсная долговечность и производительность нефтедобывающей установки. Одна из причин снижения производительности является отказ приводных агрегатов и силового привода насоса. Из анализа актов обследования аварийных насосов установлено, что основная доля отказов насосов происходит по причине увеличивающихся прецензационных зазоров коренных и опорных шеек эксцентрикового и трансмиссионного валов. Работоспособность насосов машин, и в частности коленчатых валов определяется техническим уровнем изделий, системой технического обслуживания (ТО) и ремонтов, а также условиями эксплуатации [1, 2]. В силу энергоемкого производства и дороговизны приобретения новых валов, как альтернатива решения дефицита предлагается ответственные детали восстанавливать технологичными методами. Несмотря на большей вклад ученых в разработку технологических методов восстановления сопряженных деталей остается нерешенной проблемой по разработке единого метода обеспечения ремонтных размеров с сохранением первоначальных физико-механических свойств поверхности.

В мировой практике известны способы восстановления деталей, изношенных в процессе работы бурового насоса. Один из них — это виброродниковая наплавка, преимуществом которой считается, что термическое влияние оказывается на небольшую зону, благодаря чему обеспечивается малый нагрев самой детали. При помощи данного метода можно получить наплавленный металл с необходимой износостойкостью и твердостью, и наплавка может иметь толщину 0,8 – 3,5 мм. Недостатком является, то что усталостная прочность детали снижается на 35 – 45% [3]. Так же может быть использована плазменная наплавка, преимуществом которой является получение наплавленного металла высокого качества, но основной недостаток метода заключается в высокой стоимости процесса восстановления.

Возможно восстанавливать поверхности наплавкой под слоем флюса, где в ходе процесса происходит наплавка металла высокого качества (наплавка характеризуется высокой износостойкостью). Процесса наплавки обладает высокой технологической сложностью, характеризуется образованием шлаковой корки. При помощи данного метода нельзя восстанавливать поверхности, имеющие высокую степень износа [2,3].

**Методы и результаты.** Решить данную технологическую задачу по увеличению ресурса службы деталей, вышедших за предельно допустимые размеры, предлагается восстановлением геометрических параметров шеек валов. Сущность которого заключается во внедрении специально обработанных термоупрочненных колец с замковыми пазами. По предложенному способу восстановления в качестве ремонтной детали использовался коленчатый вал, общий вид которого схематично представлен на рисунке 1. Контакт секций с рабочими поверхностями обеспечиваются с натягом, а секции стыкуются между собой с помощью скосов. Предлагаемая технология восстановления позволяет обеспечить повышение износостойкости, долговечности и устойчивости против задиров [3-6].



**Рис. 1.** Общий вид вала после реставрации с применением термоупрочненных колец  
1- коленчатый вал; 2, 3-рабочие поверхности шеек коленчатого вала; 4-коренные шейки коленчатого вала;  
5 - шатунные шейки коленчатого вала; 6,7,8,9-секции дополнительных ремонтных колец (ДРК);  
10,11,12,13 - закладные элементы;14-ввертыши на резьбе; 15-маслянный канал; 16 - отверстие масляного  
канала, 17,18 -стыки; 19-прихватка; 20- технологические ниши выполненные на шеях коленчатого вала;  
21-уступ на торце секции; 22-фикционное покрытие, нагруженная поверхность секции (полукольца)

В процессе восстановления геометрических размеров рабочих поверхностей, коленчатого вала предварительно поверхность подвергают механической обработке - шлифовке [8,9]. Коренные шейки обрабатывают до диаметра  $D_2$ , шатунные - до  $D_1$ , при этом диаметры  $D_1$  и  $D_2$  соответственно составляют  $0,99-0,95^{\pm 0,023}$  диаметров коренных и шатунных шеек от последнего ремонтного размера. Затем изготавливают секции 6, 7, 8, 9. Секции в зависимости от восстанавливаемого диаметра могут быть выполнены в виде полуколец, составляющих часть окружности рабочей поверхности шеек. После обработки поверхностей, подлежащих восстановлению, производят закрепление секции на валу. В случае если технологически конструкция вала имеет масляные каналы, то закрепляют секции с использованием одного или более закладных элементов. В качестве закладных элементов используют ввертыши или стопорные кольца. Ввертыши устанавливают на резьбе, выполненной в отверстиях масляных каналов. Все закладные элементы содержат отверстия, соосные с масляными каналами для обеспечения смазки рабочих поверхностей после их реставрации. Изготавливают и собирают секции на рабочих поверхностях вала по диаметрам  $D_1$  и  $D_2$  с натягом, равным или большим 0,001 соответствующего диаметра рабочей зоны (шейки) восстанавливаемого вала, соответственно  $\geq 0,001$

$D_1$  и  $\geq 0,001 D_2$ . Секции между собойстыкают с помощью скоса. Величину скоса  $S$  принимают равной или большей 0,1 толщиныстыкуемых секций, а направлениестыка совмещают с направлением вращениявала. Стыки 17, 18 замыкают при помощи паяногогоили сварного шва. Температуру плавления металла шва задают не выше температуры плавления материаластыкуемых секций. Каждая из секций, с одной торцевой кромкой состыкована с изделием со стороны галтелей, при этом контакт секции с рабочими поверхностями в зоне галтельного перехода обеспечивают по радиусу  $Z$  не менее половинытолщины  $t$  контактируемой секции.

Секции изготавливали из стали 40,35,40Х, а толщину секций задавали из расчета ремонтных размеров и припуска на окончательнуюшлифовку и полировку шеек после реставрации. После изготовления колец методом точения и штамповки производили их термообработку до получения твердости в пределах 40-45 HRC. На внутреннюю поверхность секций наносили покрытие 22 толщиной до 0,05 мм из смеси железа (основа) с добавкой меди до 4% или бабита. При отсутствии покрытиястыки замыкали паяным швом с использованием припоя. Пайку осуществляли газоплазменной горелкой. Сварку производили в среде инертного газа проволокой КМЦ-3-1. Температура термообработки составляла  $T_1=950^{\circ}\text{C}$ , а температура плавления припоя  $T_2=270^{\circ}\text{C}$  [10].

Экспериментально установлено, что в случае, если  $t < 1/2 t$ , то возможен перелом коленчатого вала в процессе эксплуатации. Прихватки выполняют в зоне установки закладных элементов, а длины их принимают равными от 5 до 10 толщин секций. При диаметрах  $D_1$  и  $D_2$ , при которых секции не представляется выполнить в виде полуcoleц, сборку секций осуществляют с помощью закладных элементов 13, которые изготавливают в виде стопорных колец, которые укладывают в ниши 20, выполненные на щеках коленчатого вала. При использовании припоя укладку закладного элемента осуществляют в зазор между секциями и щекой коленчатого вала. При использовании стопорных колец на торце секции выполняют уступ 21. Для обеспечения плотного контакта и повышения надежности на внутреннюю поверхность секции наносят фрикционностойкое покрытие, например, на основе железа [13-15,17].

На наружную поверхность методом плазменного напыления наносят износостойкое покрытие, на основе сплава Ni-Gr-B-Si [15 - 19]. При укладке закладных элементов в виде припоя в секциях 6, 7 выполняют потай диаметром  $d$ , который задают равным наружному диаметру накладного элемента 11, а внутренний диаметр закладного элемента 11 выполняют равным диаметру  $d_1$  масляного канала, с целью обеспечения доступа смазки в рабочие зоны и обеспечения надежности закрепления секции на коленчатом валу.

При закреплении секций на валу с помощью закладных элементов в виде ввертышей предлагается использовать схему, представленную на рисунке разрез В-В. Ввертыши 10, 12, выполняют в виде пустотелого винта, причем головку винта фиксируют в секции с помощью ступенчатого потая, а внутренние отверстия выполняют и совмещают с масляными каналами на резьбе. Кроме того, при значительных износах рабочих шеек валов в процессе их реставрации требуется увеличить толщину  $t$  секции, в этом случае в зоне отклонения проектной оси  $S$  со стороны нахлестки выполняют притупление П. Величина притупления должна быть не больше половиныугла отклонения проектной оси. При увеличении угла притупления в процессе проплавления нарушается плотность сварного шва в контактной зоне проплавления. А в случае отсутствия технологического притупления происходит не провар металла, что снижает адгезионную прочность и надежность сварочного соединения. Предложенная технология апробирована в ТОО «Ремплазма».

**Заключение.** Таким образом, важнейшее направление по повышению надежности и эффективности работы эксцентриковых и трансмиссионных валов насосов добывающих машин – это применение энергоэффективных технологий восстановления.

Выводы:

1. Экспериментально установлено, что наилучшие показатели по износостойкости и усталостной прочности шеек валов насосов обеспечивает установка стальных термоупрочненных дополнительно-ремонтных колец (ДРК).

2. Способ восстановления методом установки термоупрочненных колец на 7% повышает долговечность высоконагруженных узлов насоса буровой установки при оптимальном соотношении между затратами и производительностью.

3. Предложенный способ расширяет номенклатуру ремонтных размеров шеек валов насосов за счет обоснованного диаметра термоупрочненных колец и применения плазменного напыления со сложной порошковой композицией на никелевой основе. Технологическая операция поверхностного

напыления позволяет управлять физико-механическими свойствами, обеспечивающие безотказную работу прецизионных поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сергеев Н.Н., Сергеев А.Н., Дорохин Ю.С. и др. Современные технологии восстановления деталей Учебное пособие. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. — 112 с
- [2] Чеботарёв М.И., Кадыров М.Р. Выбор оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали Учебное пособие. — Краснодар: КубГАУ, 2016. — 91 с. — ISBN 978-5-00097-184-0.
- [3] Томашец А.К., Проблемы восстановления геометрических параметров коленчатых валов и блока цилиндрова двигателей строительных и дорожных машин / А.К. Томашец, С.Н. Колисниченко // Актуальные вопросы современности: Международный научный журнал №3. — Караганда, 2007. —258-260 с.
- [4] V. V. Savinkin, T. Yu. Ratushnaya, A. A. Ivanischev, A. R. Surleva, O. V. Ivanova, S. N. Kolisnichenko «Study on the Optimal Phase Structure of Recovered Steam Turbine Blades Using Different Technological Spray Modes for Deposition of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>» Universiti Malaysia Perlis, The 5th International Conference on Green Design and Manufacture 2019, IConGDM 2019 – Bandung, Indonesia 29-30 April 2019
- [5] V.N. Kuznetsova, V.V. Savinkin. More Efficient Rotation of Excavator Platforms. ISSN 1068-798X, Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 8, pp. 667–671. © Allerton Press, Inc., 2017. P.667 – 671.
- [6] Томашец А.К., Савинкин В.В., Киселев Л.А. Обоснование выбранного материала покрытия при плазменном напылении материала основы // Международный научный журнал: технология и механизация производственных процессов. – М. : Караганда: Болашак-Баспа. – 2008. – №4 (17). – С. 281-285.
- [7] В.В. Савинкин, Т.Ю. Ратушная, Абильмажинова А.А. Исследования концентрации внутренних напряжений в лопатках турбины ТЭЦ методом магнитной памяти металла. Научно-технический журнал "Метрология". – Астана. - КазИнМетр №1/ 2017г. – С. 33 - 43.
- [8] Балденко Ф. Д. Расчеты бурового оборудования. Учебное пособие. – М.: РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2012. – 428 с.
- [9] Казанников О.В., Тузов Н.С. Восстановление деталей и сборочных единиц Хабаровск: Изд-во Тихookeан. гос. ун-та, 2015. — 115 с. — ISBN 978-5-7389-1444-7
- [10] ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Методы обнаружения и определения размера зерна (2003)
- [11] Войтенко, В.С. Технология и техника бурения: Учебное пособие / В.С. Войтенко, А.Д. Смычкин, А.А. Тухто. - М.: Инфра-М, 2019. - 320 с.
- [12] Войтенко, В.С. Технология и техника бурения. В 2 ч. Ч. 1. Горные породы и буровые техники: Учебное пособие / В.С. Войтенко, А.Д. Смычкин, А.А. Тухто, С.Ф. Шемет. - М.: Инфра-М, 2015. - 320 с.
- [13] Овчинников, В.В. Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов (спо) / В.В. Овчинников. - М.: КноРус, 2017. - 160 с.
- [14] Андриевский, Р.А. Основыnanoструктурного материаловедения. Возможности и проблемы / Р.А. Андриевский. - М.: Бином, 2014. - 252 с.
- [15] Захаров, А.Ю. Теоретические основы физического материаловедения. Статистическая термодинамика модельных систем: Учебное пособие / А.Ю. Захаров. - СПб.: Лань, 2016. - 256 с.
- [16] Сироткин, О.С. Основы инновационного материаловедения: Монография / О.С. Сироткин. - М.: Инфра-М, 2016. - 288 с.
- [17] P. McKenna, D. Neely, R. Bingham, D. Jaroszynski (Eds.), "Laser-Plasma Interactions and Applications" (1st ed., Springer, 2013).
- [18] C. Cuevas Arteaga, J.A. Rodríguez, C.M. Clemente, J.A. Segura, G. Urquiza, Y.El. Hamzaoui, Engineering Failure Analysis 35, 576-589 (2013).
- [19] Gorkunov E.S. Different remanence states and their resistance to external effects. Discussing the so-called magnetic memory method // Insight. - 2015. - №12. - V. 57. - P. 709-717.

Колисниченко С.Н., Савинкин В.В., Колисниченко С.В., Киселев Л.А., Кузнецова В.Н.

**Бұргылау қондырғысы сорғысының ресурсын ыстыққа төзімді сақиналармен біліктер мойындарының геометриялық параметрлерін қалпына келтіру жолымен арттыры**

**Түйіндеме.** Мақалада косымша бөкшектердің көмегімен біліктерді қалпына келтіру саласындағы зерттеулерді талдаудың нәтижелері келтірілген. Секцияларға бөлінген ыстыққа төзімді сақиналарды пайдалана отырып, жұмыс бетін қалыннату жолымен қалпына келтірудің тиімді технологиясы ұсынылған. Бұл әдіс «Білік» жүйесінің жөндеу олшемдерінің номенклатурасын кеңейтуге қалпына келтірілген бөлшектердің сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен катар қажалған беттердің бастапқы физика-механикалық қасиеттерін қалпына келтірудің технологиялық процесінің негізгі параметрлері келтірілген.

**Түйінді сөздер:** қалпына келтіру, бұргылау кешенінің сорғысы, ыстыққа төзімді сақина, ұзақ мерзінділік.

УДК 528.48

R. Shults<sup>1</sup>, S. Soltabayeva<sup>2</sup>, G. Seitkazina<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: shultsrv@gmail.com

## A GENERAL APPROACH TO PRELIMINARY ACCURACY CALCULATION OF GEODETIC MONITORING FOR THE STUDY OF SPORTS STRUCTURES

**Summary.** The article has presented a general approach to preliminary accuracy calculation of geodetic monitoring for the study of sports structures. The analysis of up-to-date methods of preliminary accuracy calculation has been done. It was pointed out that the methods do not satisfy the requirements and conditions of state-of-the-art building technologies. The new approach for accuracy assignment has been suggested. The core feature of the presented approach is using the methods and models of structural mechanics to calculate structures' allowable displacements. Based on these allowable displacements, it is possible to assign the necessary accuracy of geodetic monitoring. Two models for displacements calculation have been considered: differential equations and the finite element models. In the case of geodetic measurements, it is preferred to use the finite element method. This method allows defining not only the accuracy of monitoring but also points out the places for deformation marks mounting. Finally, the models of finite element and suggestions about discretization have been presented.

**Key words:** displacement, geodetic monitoring, accuracy of monitoring, finite element method, structural mechanics.

**Р. Шульц<sup>1</sup>, С. Солтабаева<sup>2</sup>, Г. Сейтказина<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина

<sup>2</sup>Satbayev University, Алматы, Казахстан)

## ОБЩИЙ ПОДХОД К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Аннотация.** В статье представлен общий подход к выполнению предварительного расчета точности геодезического мониторинга спортивных сооружений. Проведен анализ современных методов предварительного расчета точности. Было отмечено, что методы не отвечают требованиям и условиям современных строительных технологий. Был предложен новый подход к заданию точности. Основной особенностью представленного подхода является использование методов и моделей строительной механики для расчета допустимых перемещений конструкций. На основе этих допустимых перемещений можно задать необходимую точность геодезического мониторинга. Для расчета перемещений были рассмотрены две модели: дифференциальные уравнения и метод конечных элементов. В случае геодезических измерений предпочтительнее использовать метод конечных элементов. Этот метод позволяет не только определить точность мониторинга, но и указать места установки деформационных марок. В заключение, были представлены модели конечных элементов и предложения по дискретизации.

**Ключевые слова:** перемещение, геодезический мониторинг, точность мониторинга, метод конечных элементов, строительная механика.

**Вступление.** Задача геодезического мониторинга относится к одной из наиболее распространенных в практике выполнения геодезических работ. В XX веке были разработаны основные принципы выполнения геодезического мониторинга и математические модели расчета точности, интервалов наблюдений и обработки результатов. Разработанные модели определения точности базировались на принятых стандартных значениях, которые характеризовали процесс деформирования инженерных сооружений весьма приблизительно. Примером могут служить показатели, приведенные в нормативных документах [1]. В большинстве случаев нормирование точности геодезического мониторинга проводится с использованием инструктивных показателей [7,8,9], которые используются большинством геодезистов, несмотря на их очевидные недостатки, а порой и противоречия. Примером подобных несоответствий может служить различная классификация точности наблюдений в зависимости от класса сооружения или типа грунтового основания. Одновременно в нормативной литературе рассматриваются и рекомендуются методы и технологии, которые либо устарели, либо существенно изменились за последние двадцать лет. Существенным недостатком является рассмотрение инженерного сооружения как статичного объекта, в котором перемещения происходят по одним и тем же законам, а разные части здания рассматриваются, как

однородные. При таком подходе места выполнения мониторинга (места установки деформационных знаков, марок) назначаются, либо, исходя из опыта наблюдателя, либо чисто умозрительно без какого-то бы ни было научного обоснования. Однако подобными нестыковками проблема не исчерпывается. Куда более серьезной является проблема не учета развития рынка строительных материалов и технологий. Предложенные ранее методы и модели расчета точности наблюдений, методы и технологии выполнения мониторинга и математические модели обработки результатов мониторинга базировались на совершенно другом состоянии строительной отрасли. В первую очередь отметим два важных фактора: существенно изменились геометрические параметры возводимых сооружений (длина, высота, диаметр и пр.); изменились условия возведения сооружений (отсутствуют ограничения, связанные с условиями окружающей среды, типом основания под сооружением, существенно расширены возможности возведения зданий в сейсмичных зонах). С этой точки зрения очевидно, что современные сооружения (здания, тунNELи, оболочки и пр.) испытывают более сложные нагрузки, что ведет к более сложным деформационным процессам. Среди современных инженерных сооружений, технология возведения которых испытала существенные изменения, безусловно, относятся спортивные сооружения. Эксплуатация спортивных сооружений связана с наличием специфических нагрузок, таких как воздействие огромного количества зрителей (стадионы, велотреки) или нагрузок непосредственно от проводимых соревнований (бобслейные трассы, автодромы). При реализации строительных проектов проектировщики, архитекторы, строители и технологии давно перешли от приближенных методов расчета и планирования к строгим методам расчета и проектирования. При расчете ожидаемых перемещений сооружений широко используется комплексная модель взаимодействия здание-основание-окружающая среда, а сами расчеты выполняются методами строительной механики, либо с использованием дифференциальных уравнений, либо метода конечных элементов. Геодезист, как активный участник данного процесса не может оставаться в стороне. И если выполнение точных расчетов является сферой деятельности строителей и архитекторов, которые определяют деформации сооружений, то для определения точности геодезического мониторинга за перемещениями, как функции деформаций вполне достаточно использовать упрощенные модели строительной механики. Такие модели могут быть посчитаны геодезистами с использованием метода конечных элементов с целью определения не только величин критических перемещений, но и зон их возникновение. Единственно правильным и современным подходом назначения точности геодезического мониторинга является использование предельно допустимого перемещения для инженерных сооружений различных типов. Именно такой подход рассматривается в представленной статье. Целью представленной работы является разработка общего подхода к выполнению предварительного расчета точности геодезического мониторинга спортивных сооружений с использованием методов строительной механики на примере выполнения геодезического мониторинга за комплексом лыжных трамплинов.

**Основное содержание работы.** При выполнении геодезического мониторинга базовыми критериями являются точность наблюдений и интервалы наблюдений или количество циклов за период наблюдений. Для установления точности наблюдений необходимо знать величину предельного перемещения  $\Delta S$  инженерного сооружения. Величину предельного перемещения рассматривают в трех измерениях с соответствующими компонентами  $\Delta S_x$ ,  $\Delta S_y$ ,  $\Delta S_z$ . Фактически предельные перемещения представляют собой сумму двух перемещений: собственно, перемещения сооружения под действием собственного веса, температурных нагрузок и прочих внешних воздействий  $\Delta e_x$ ,  $\Delta e_y$ ,  $\Delta e_z$ , и перемещений основания сооружения как функции давления веса сооружения  $w$  на основание  $\Delta g_x(w)$ ,  $\Delta g_y(w)$ ,  $\Delta g_z(w)$ , таким образом имеем следующие зависимости:

$$\begin{aligned}\Delta S_x &= \Delta e_x + \Delta g_x(w); \\ \Delta S_y &= \Delta e_y + \Delta g_y(w); \\ \Delta S_z &= \Delta e_z + \Delta g_z(w); \\ \Delta S &= \sqrt{\Delta S_x^2 + \Delta S_y^2 + \Delta S_z^2}.\end{aligned}\tag{1}$$

Таким образом, для нахождения предельно допустимого перемещения сооружения необходимо вычислить перемещения сооружения и основания сооружения. Фактически эти два перемещения частично взаимосвязаны между собой. Перемещение основания приводит к возникновению дополнительных напряжений в конструкциях, которые в свою очередь приводят к дополнительным перемещениям конструкций. В большинстве случаев деформирование основания происходит под воздействием давления собственно сооружения. Однако возможны и дополнительные перемещения основания в случае, когда сооружения размещены на оползневых участках, сейсмических зонах, и в

зонах с изменяющимися гидрогеологическими условиями. Тогда к предельному перемещению следует прибавить величину собственного перемещения основания и перемещения сооружения, вызванного деформированием основания вследствие оползневых и прочих явлений. Такая модель перемещений является очень сложной. Особенно сложным закон перемещений является в случае неравномерного деформирования сооружения и основания. Описанные выше условия могут быть представлены в виде трех возможных состояний (рис. 1).

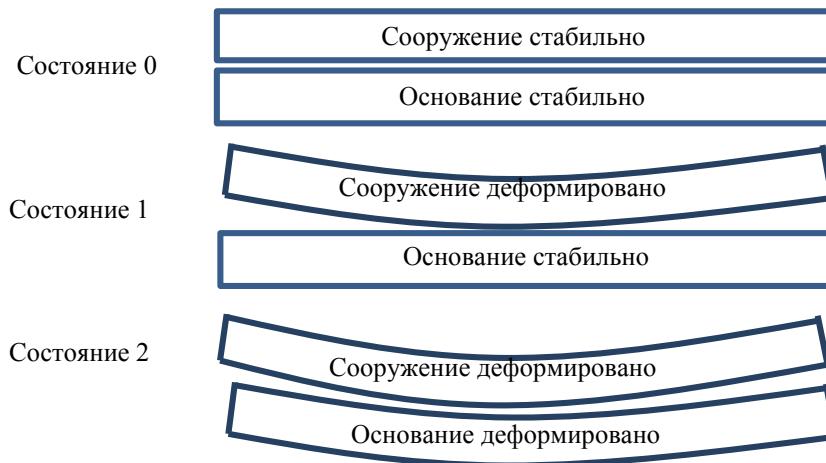


Рис. 1. Виды перемещений при различных условиях взаимодействия сооружения и основания

Важно отметить, что для расчета точности мониторинга необходимо брать в расчет величину относительного перемещения сооружения  $\Delta S_r$ , а не абсолютного перемещения  $\Delta S_a$ . Абсолютное перемещение сооружения в целом, как единого целого не ведет к изменению геометрии сооружения, и, следовательно, не ведет к возникновению дополнительных напряжений.

Взаимодействие здания с основанием происходит через фундамент сооружения. Деформирование основания под сооружением зависит от формы и геометрии фундамента. Подобное взаимодействие еще больше усложняет расчетную модель системы «сооружение-фундамент-основание» и вычисление предельного перемещения сооружения. Тем не менее, строительная наука разработала огромное количество расчетных моделей для указанных условий, которые с успехом могут быть использованы инженерами-геодезистами.

Сформулируем основное условие предложенного нами подхода. Согласно известному принципу, принятому в инженерной геодезии [2,4,5,6], точность геодезического мониторинга может быть определена как:

$$m_{\Delta S} = 0,2 \Delta S. \quad (2)$$

Для того, чтобы определить величину  $\Delta S$  воспользуемся известным подходом из строительной механики. Суть этого подхода заключается в использовании гипотезы о максимальном допустимом собственном перемещении сооружения. Обозначим максимальные усилия от продольной силы  $N$  и изгибающего момента  $M$ , которые могут быть восприняты сооружением при статической нагрузке, как  $N^{\max}$  и  $M^{\max}$ . Величину напряжения можно вычислить как:

$$\sigma = (N/F) \pm (M/W), \quad (3)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения элемента сооружения,  $W$  – полярный момент инерции сечения.

При расчетах сооружений нормативная нагрузка умножается на коэффициент условий работы, который изменяется в пределах от 1.1 до 1.4, и в среднем может быть принят 1.2. Тогда нагрузка на сооружение может превысить в среднем 20% от допустимой. Для продольной силы и момента будем иметь:

$$\Delta M^{\max} = 0,2M; \Delta N^{\max} = 0,2N \quad (4)$$

Согласно этому подходу, величины перемещений в плоскости сечения будут иметь два максимальных значения  $\Delta S_1, \Delta S_2$ . Таким образом, допустимые ошибки геодезических измерений

не должны приводить к возникновению дополнительных усилий, превышающих 20% и должны назначаться исходя из величин  $\Delta S_1, \Delta S_2$ .

В случае геодезического мониторинга, когда речь идет об определении перемещений, достаточным является использование простых расчетных моделей в виде балок, ферм или простых оболочек. Рассмотрим предложенный подход на примере расчета точности мониторинга за спортивными сооружениями типа лыжных трамплинов (рис. 2).

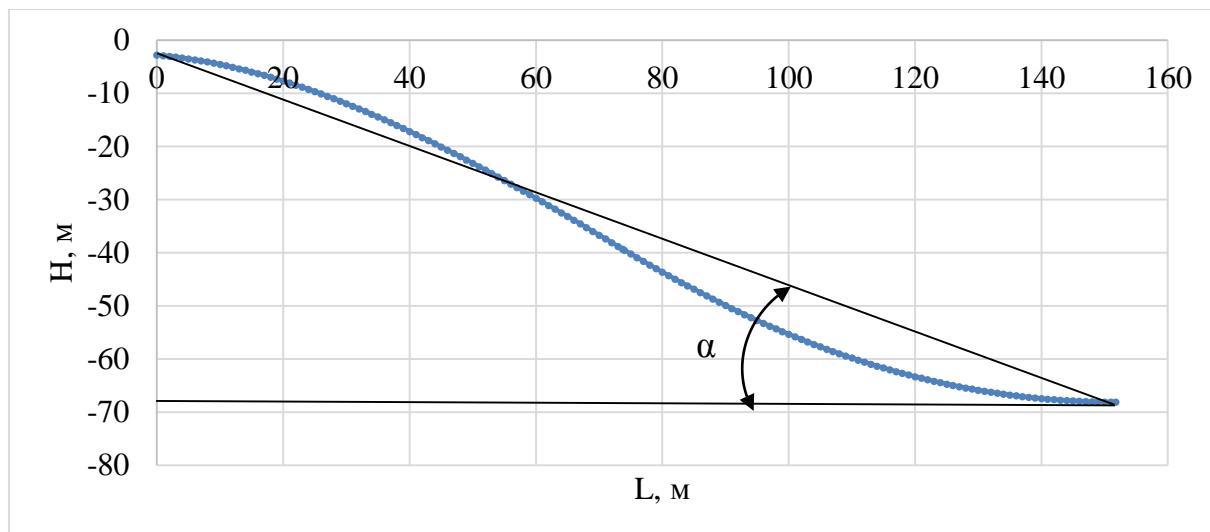


Рис. 2. Геометрия лыжного трамплина

Если рассматривать соотношение геометрических параметров лыжного трамплина, то очевидно, что длина трамплина на несколько порядков превышает ширину и толщину, а это означает, что в качестве расчетной модели можно использовать балку на упругом основании. Схема взаимодействия балки с основание приведена на рис. 3. Обозначения, принятые на рис. 3 разъяснены ниже.

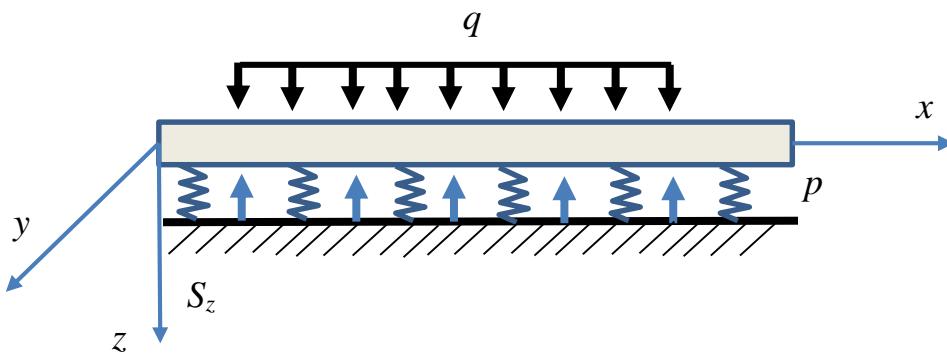


Рис. 3. Схема взаимодействия балки и упругого основания

Для расчета балки можно использовать известные модели строительной механики, в основе которых лежит использование дифференциальных уравнений напряженно-деформированного состояния конструкции. В нашем случае наиболее рациональной является модель балки на упругом основании. Еще одно упрощение допускается путем замены криволинейной балки на прямолинейную расположенную под углом наклона  $\alpha$ . Для расчета подобных конструкций используются два метода [14]: местных упругих деформаций и общих упругих деформаций. Оба метода имеют свои условия применения. Первый, предложенный Винклером, использует гипотезу о прямой пропорциональности между реакцией грунта основания и величиной перемещения:

$$p = c_z S_z,$$

где  $c_z$  – коэффициент постели или упругого сжатия основания, определяющий жесткость основания.

При значительном размере площадки опирания и на небольшой глубине несжимаемых пород используют теорию упругого слоя конечной толщины (в нашем случае конструкция расположена на

земной поверхности на жестком основании). Рассматривая условие совместной работы балки и упругого основания выводят уравнение изгиба балки [14]:

$$EI \frac{d_2 z}{dx^2} = -M_x,$$

где  $EI$  – жесткость балки,  $M_x$  – изгибающий момент от действия внешних сил.

Аналогичное выражение для поперечной силы выглядит так:

$$EI \frac{d_3 z}{dx^3} = -Q_x,$$

откуда с учетом  $\frac{dQ_y}{dy} = -p$ , окончательно получают искомое уравнение:

$$EI \frac{d_4 z}{dx^4} = -c_z S_z. \quad (5)$$

Данное дифференциальное уравнение (5) является уравнением изгиба балки по теории местных упругих деформаций. Решение уравнения позволяет найти зависимости для моментов, поперечных сил и прогибов балки. Используя выражения (4) находят предельные значения для моментов и поперечных сил по которым вычисляют предельные значения прогиба балки  $S_z$ . Величину  $S_z$  используют в качестве исходной в модели (2) для определения точности геодезического мониторинга. Данная математическая модель является одной из наиболее элементарных. Очевидно, что необходимо рассматривать проекции распределенной нагрузки и соответствующих усилий под наклоном  $\alpha$  (рис. 2). Построение подобных моделей и выполнение расчетов требует специализированных знаний в области проектирования инженерных сооружений, строительной механики, и пр., которыми не обладают инженеро-геодезисты. Для данных расчетов геодезисты вынуждены обращаться за помощью к инженерам-строителям. Еще одним недостатком использования моделей на основе дифференциальных уравнений является определение критических напряжений только в фиксированных, заранее заданных точках. В то время, как для определения мест установки деформационных знаков желательно знать полное распределение напряжений в конструкции, а также в основании сооружения. В тоже время существует множество программных комплексов, в которых реализованы численные методы моделирования, которые позволяют сразу строить поля напряжений. Одним из самых популярных и эффективных численных методов моделирования является метод конечных элементов.

В основу идеи метода конечных элементов положен принцип согласно которому любую конструкцию, поле или тело можно представить в виде разбиения на малые части (конечные элементы) в переделах которых законы деформирования могут быть аппроксимированы простыми математическими зависимостями, такими как, например, линейные либо полиномиальные низких степеней. Напряженно-деформированное состояние точки  $x$  конечного элемента, имеющего объем  $V$  и поверхность  $G$ , описывается векторами напряжений  $\sigma(x)$  и деформаций  $\epsilon(x)$ , которые для линейной задачи теории упругости выражаются через вектор перемещений  $u(x)$ :

$$\sigma = M\epsilon; \epsilon = Bu, \quad (6)$$

где  $B$  – линейный матричный дифференциальный оператор,  $M$  – симметричная матрица упругости закона Гука, зависящая от жесткости материала конструкции.

Для отдельного конечного элемента полная потенциальная энергия определяется как [15]:

$$\Pi_e = 1/2 \int_V \epsilon^T M \epsilon dV - \int_V u^T p dV - \int_G u^T q dG, \quad (7)$$

где  $p, q$  – векторы объемных и поверхностных сил.

Перемещения  $u(x)$  аппроксимируются через неизвестные перемещения узлов, в которых соединяются отдельные конечные элементы. Как было отмечено выше, для аппроксимации подбирается функция наиболее простого вида. В общем случае можно записать:

$$u(x) = \sum_i \varphi_i(x) Z_i = \Phi(x) Z_e, \quad (8)$$

где  $\varphi_i(x)$  – интерполяционная функция или функция формы конечного элемента,  $\Phi(x)$  – матрица интерполяционных функций;  $Z_e$  – вектор неизвестных смещений узлов конечного элемента.

После подстановки выражений (6) и (8) в (7), выражение для потенциальной энергии отдельного элемента приобретает следующий вид:

$$\Pi_e = 1/2 Z_e^T K_e Z_e - f_e Z_e, \quad (9)$$

где  $K_e$  – матрица жесткости элемента,  $f_e$  – вектор приведенных узловых сил.

Полная потенциальная энергия системы конечных элементов формируется как сумма частных энергий по всем элементам:

$$\Pi = \sum_e \Pi_e. \quad (10)$$

В результате минимизации выражения (7) получают систему уравнений метода конечных элементов:

$$KZ = f, \quad (11)$$

где  $K$  – глобальная матрица жесткости,  $f$  – вектор узловых сил.

Матрицы  $K$ ,  $f$  получают путем присоединения и суммирования соответствующих матриц жесткости и векторов сил отдельных элементов. Структура матрицы жесткости  $K_e$  отдельного элемента зависит от типа конечного элемента. Различные типы элементов можно найти в работах [10-13].

Моделирование перемещений сооружения состоит из двух этапов. На первом этапе выполняется моделирование сооружения. Для сооружений типа лыжных трамплинов можно рассматривать линейные модели конечных элементов. Среди таких моделей наиболее обобщенной является модель для разбиения балки в пространстве в виде объемного линейного элемента (рис.4).

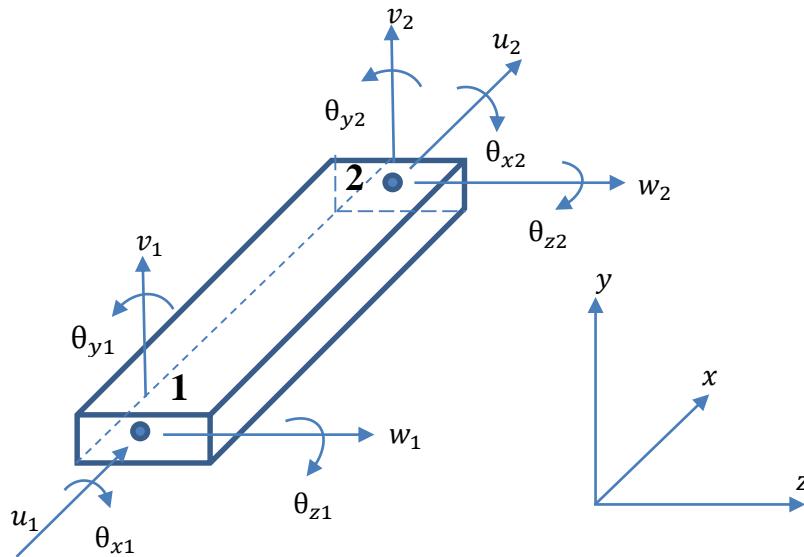


Рис. 4. Пространственный объемный линейный элемент

Данный элемент имеет двенадцать степеней свободы. Вектор перемещений может быть записан в таком виде:

$$u(x)^T = (u_1 \ v_1 \ w_1 \ \theta_{x1} \ \theta_{y1} \ \theta_{z1} \ u_2 \ v_2 \ w_2 \ \theta_{x2} \ \theta_{y2} \ \theta_{z2}). \quad (12)$$

Элементы матрицы жесткости  $K_e$  зависят от геометрических и физических параметров конечного элемента.

Для лыжного трамплина вполне можно допустить отсутствие поперечных перемещений  $w_i$ , а следовательно достаточным является использование плоского линейного элемента, вектор перемещений которого имеет следующий вид:

$$u(x)^T = (u_1 \ v_1 \ \theta_{z1} \ u_2 \ v_2 \ \theta_{z2}). \quad (13)$$

Следующим, важным вопросом, является разбиение сооружения на конечные элементы. Наиболее простым способом разбиение можно выполнить, используя конструктивные особенности сооружения, а именно геометрию сооружения, созданную проектировщиком.

Вторым этапом является моделирование работы основания сооружения. Для этого используются материалы инженерно-геологических изысканий. Моделирование работы основания выполняется также с помощью метода конечных элементов. Для этого применяются плоские конечные элементы, наиболее популярными из которых являются треугольные конечные элементы (рис. 5).

Разбиение плоской области выполняется с помощью триангуляции Делоне с использованием структурных линий геологических разрезов. В результате совместного моделирования работы сооружения и основания получают величины моментов, поперечных сил и перемещений сооружения по двум взаимно перпендикулярным осям. Дальнейший расчет, для нахождения предельных перемещений выполняется, как и ранее с использованием выражений (4) и (2). Исходя из рассмотренных математических принципов и простоты использования программного обеспечения, предлагается использовать программный комплекс LIRA-SAPR, предназначенный для расчета перемещений строительных конструкций методом конечных элементов.

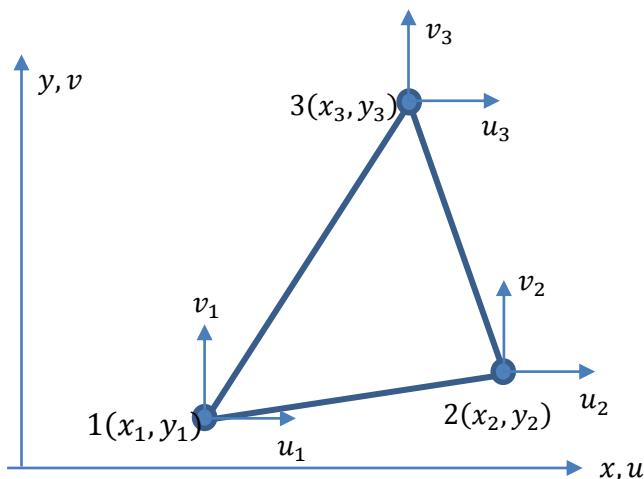


Рис. 5. Плоский треугольный конечный элемент

Вектор перемещений треугольного конечного элемента имеет следующий вид:

$$u(x)^T = (u_1 \ v_1 \ u_2 \ v_2 \ u_3 \ v_3). \quad (14)$$

**Выводы.** В статье рассмотрен общий подход к выполнению предварительного расчета точности геодезического мониторинга инженерных сооружений. В отличие от классического устаревшего подхода, в работе предложен новый метод расчета, который базируется на использовании моделей строительной механики. Данный подход использует вычисленную величину предельного перемещения для назначения точности геодезического мониторинга. В дополнении к точности мониторинга, данный подход позволяет установить места критических напряжений, что позволяет правильно определить места установки деформационных знаков для наблюдений. В качестве основного метода моделирования сооружений предложено использовать метод конечных элементов. Идея предложенного подхода рассмотрена на примере определения точности мониторинга спортивных сооружений. В дальнейших исследованиях планируется выполнение количественных расчетов на примере комплекса лыжных трамплинов «Сункар», с целью определения точности геодезического мониторинга по предельным перемещениям, а также определения мест установки деформационных знаков.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений ГОСТ 24846-81 – М., Госстройиздат, 1982.
- [2] Гуляев Ю.П. Прогнозирование деформаций сооружений на основе результатов геодезических наблюдений. – Новосибирск: СГГА, 2008. – 256 с.
- [3] Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. - М.:Недра, 1981 – 438с.
- [4] Зайцев А.К., Марфенко С.В., Михелев Д.Ш. и др. Геодезические методы исследования деформаций сооружений. - М.: Недра, 1991. - 272 с.
- [5] Клюшин Е.Б., Михелев Д.Ш., Барков Д.П. и др. Практикум по прикладной геодезии. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений. - М.: Недра, 1993. - 368 с.
- [6] Шеховцов Г.А. Современные геодезические методы определения деформаций инженерных сооружений. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2009. – 156 с.
- [7] Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений. МДС 13-22.2009/ООО «ТЕКТОПЛАН». – М.: ОАО «ЦПП», 2010. – 76 с.
- [8] Симонян В.В., Шмелев Н.А., Зайцев А.К. Геодезический мониторинг зданий и сооружений. – Москва: НИУ МГСУ, 2015. – 144 с.
- [9] Национальное объединение строителей. Стандарт организации Объекты использования атомной энергии. Геодезический мониторинг зданий и сооружений в период строительства и эксплуатации. СТО НОСТРОЙ 2.1.198-2016. – Москва, 2018.
- [10] Cueto E., González D. An Introduction to Structural Mechanics for Architects. – 1st Edition. – Springer International Publishing Switzerland, 2018. – 235 p.
- [11] Logan D.L. A First Course in the Finite Element Method. – CENGAGE Learning, University of Wisconsin-Platteville – 2012. – 954 p.
- [12] Lee H.-H. Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 16: Theory, Applications, Case Studies. – SDC Publications – 2015. – 608 p.

[13] Connor J.J., Faraji S. Fundamentals of Structural Engineering. – 2nd Edition. – Springer International Publishing Switzerland, 2016. – 1050 p.

[14] Шевцов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1987. – 296 с.

[15] Староверов В.С., Егоров А.И. К обоснованию точности наблюдений за деформациями башенных сооружений на основе физической модели, построенной методом конечных элементов. Инженерная геодезия. – К.: Вып. 42, 2000. - С. 195-201

Шульц Р., Солтабаева С., Сейтказина Г.

**Спорттық үймереттерді геодезиялық бақылаудың дәлдігін алдын-ала есептеуді орындаудың жалпы тәсілдемесі**

**Түйіндеме.** Мақалада спорттық үймереттерді геодезиялық бақылаудың дәлдігін алдын-ала есептеуді орындаудың жалпы тәсілдемесі қарастырылған. Дәлдікті алдын-ала есептеудің заманауи әдістеріне талдау орындалған. Нәтижесінде, әдістер заманауи құрылыштық технологиялардың шарттары мен талаптарына сай келмейтіндігі көрсетілген. Дәлдікті тағайындаудың жаңа тәсілдемесі ұсынылды. Тәсілдеменің негізгі ерекшелігі құрылымның шектік жылжуларын есептеу үшін құрылыштық механиканың әдістері мен моделдерін қолдану болып табылады. Осы шектік жылжулардың нәтижесінде геодезиялық бақылаудың қажетті дәлдігін тағайындауға болады. Жылжуларды есептеу үшін екі модель қарастырылды: дифференциалдық теңестіру және ақырлы элементтер әдісі. Геодезиялық өлшеулер үшін ақырлы элементтер әдісін қолдану тиімді. Бұл әдіс бақылаудың дәлдігін ғана емес, деформациялық маркалардың орнын да анықтауга мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** жылжулар, геодезиялық бақылау, бақылаудың дәлдігі, ақырлы элементтер әдісі, құрылыштық механика.

УДК 621.09.1

S.S. Ainabekova<sup>1</sup>, K.T. Sherov<sup>1</sup>, R. Gabdyssalyk<sup>2</sup> B.S. Donenbaev<sup>1</sup>, J.Zh. Satybaldy<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan

<sup>2</sup>East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

e-mail: [shkt1965@mail.ru](mailto:shkt1965@mail.ru))

## INVESTIGATION OF GEOMETRY EFFECT OF CIRCULAR SAW BLADES FOR VARIOUS CUTTING CONDITIONS AT THE PROCESSING PROCESS SETTING TIME

**Abstract.** This article presents the results of a study to determine the processing process setting time for thermal friction cutting process with pulse cooling. Time value setting processing is accepted, the time at which is reached the temperature close to the melting point of low carbon steel 08, which will continue in the treatment process. The results showed that the value of the setting time of the thermal friction cutting process with pulse cooling for different cutting modes and geometry of the circular saw is in the range of 0.0024÷0.0250 seconds. In this case, the values of the reached temperature fluctuates within  $T = 1340\div1590^{\circ}\text{C}$ .

The special design of the circular saw increases the cooling efficiency by an order of magnitude, while the frequency of heating-cooling cycles can be  $i < 100\cdot10^3$ , and the rotation speed of the circular saw is reduced to 2000 rpm and the diameter to  $D = 285$  mm.

**Keywords:** processing process setting, thermal friction processing, pulse cooling, cycle frequency, geometry of the circular saw, temperature.

С.С. Айнабекова<sup>1</sup>, К.Т. Шеров<sup>1</sup>, Р. Габдысалык<sup>2</sup>, Б.С. Доненбаев<sup>1</sup>, Ж.Ж. Сатыбалды<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

<sup>2</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет,

г. Усть-Каменогорск, Казахстан, e-mail: [shkt1965@mail.ru](mailto:shkt1965@mail.ru))

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ДИСКОВОЙ ПИЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РЕЗАНИЯ НА ВРЕМЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ

**Аннотация.** В данной статье приводятся результаты исследования по определению времени установления процесса обработки при термофрикционной отрезке с импульсным охлаждением. Значением времени установления процесса обработки принято время, при котором достигается значение температуры близкой к температуре плавления низкоуглеродистой стали 08, которая будет сохраняться в процессе обработки.

Результаты показали, что значение времени установления процесса термофрикционной отрезки с импульсным охлаждением при различных режимах резания и геометрии дисковой пилы находится, в диапазоне

0,0024÷0,0250 сек. При этом значения достигнутой температуры колеблется в пределах  $T=1340\div1590^{\circ}\text{C}$ . Специальная конструкция дисковой пилы на порядок увеличивает эффективность охлаждения, при этом частота циклов нагрев-охлаждение может составлять  $i < 100 \cdot 10^3$ , а также частота вращения дисковой пилы снижается до 2000 об/мин при диаметре  $D = 285$  мм.

**Ключевые слова.** Установление процесса обработки, термофрикционная обработка, импульсное охлаждение, частота циклов, геометрия дисковой пилы, температура.

**Введение.** При термофрикционной обработке (ТФО) металлов температура резания оказывает большое воздействие, как на процесс обработки, так и на качество обрабатываемой поверхности [1,2,3].

В работе [4] исследован процесс врезания инструмента, установившийся процесс обработки и выход инструмента при традиционной термофрикционной обработке. В ходе экспериментальных исследований определено время полного формирования процесса врезания. В разных опытах значение времени формирования процесса составляет 0,3–0,5 сек.

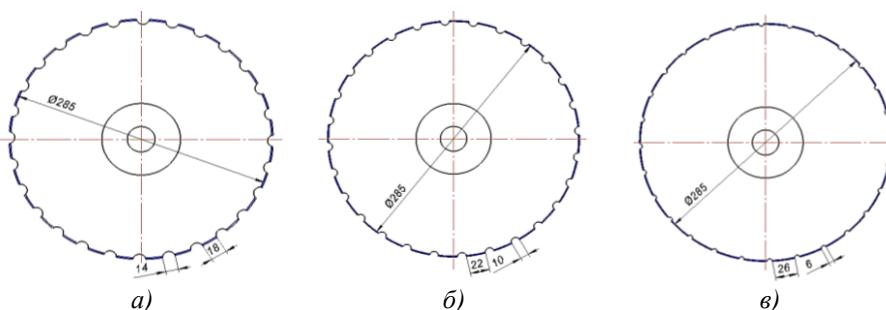
Это в целом соответствует теоретически, определенному значению  $tM = 0,2\dots0,4$  сек. Однако при термофрикционной отрезке с импульсным охлаждением значение времени установления процесса обработки составляет, 0,004÷0,006 сек [5], что 50÷100 раз меньше чем теоретически определенного значения при традиционной термофрикционной обработке. Это можно объяснить особенностью и отличием механизма резания термофрикционной отрезки с импульсным охлаждением [6,7]. Конструкция дисковой пилы, имеющая специальную геометрию, позволяет обеспечить циклический нагрев и охлаждение обрабатываемой поверхности, что непосредственно меняет схему распределения тепла [8,9]. В работе [5, стр.89] количество циклов нагрев-охлаждение в единицу времени определено следующей зависимостью:

$$i_1 = \frac{\pi \cdot D}{L_1 + L_2} \cdot n \quad (1)$$

где,  $D$  – диаметр дисковой пилы;  $n_o$  – частота вращения диска;  $L_1$  – зона нагрева;  $L_2$  – зона охлаждения.

После проведения обработки полученных данных, в том числе количество циклов нагрев-охлаждение и результаты экспериментальных исследований определено вышеуказанное время установления процесса обработки. Уточнение времени установления процесса обработки при данном способе с помощью специальных компьютерных программ представляет практический и научный интерес.

**Методы.** Для исследования влияния геометрии дисковой пилы при различных режимах резания на установление процесса обработки при термофрикционной отрезке с импульсным охлаждением используем программный комплекс (ПК) DEFORM 2/3D. Моделирование процесса проводилось с использованием модуля Machining ПК DEFORM 3D на основе метода конечных элементов [10,11,12]. Для моделирования процесса термофрикционной отрезки дисками различной конфигурации были использованы следующие данные: модели диски  $\varnothing 285$  мм;  $L = 32$  мм, согласно рекомендациям [5]; зоны нагрева  $L_1=18, 22, 26$  мм и зоны охлаждения  $L_2=14, 10, 6$  мм соответственно. На рисунке показаны эскизы дисковой пилы с различными размерами  $L_1$  и  $L_2$ .

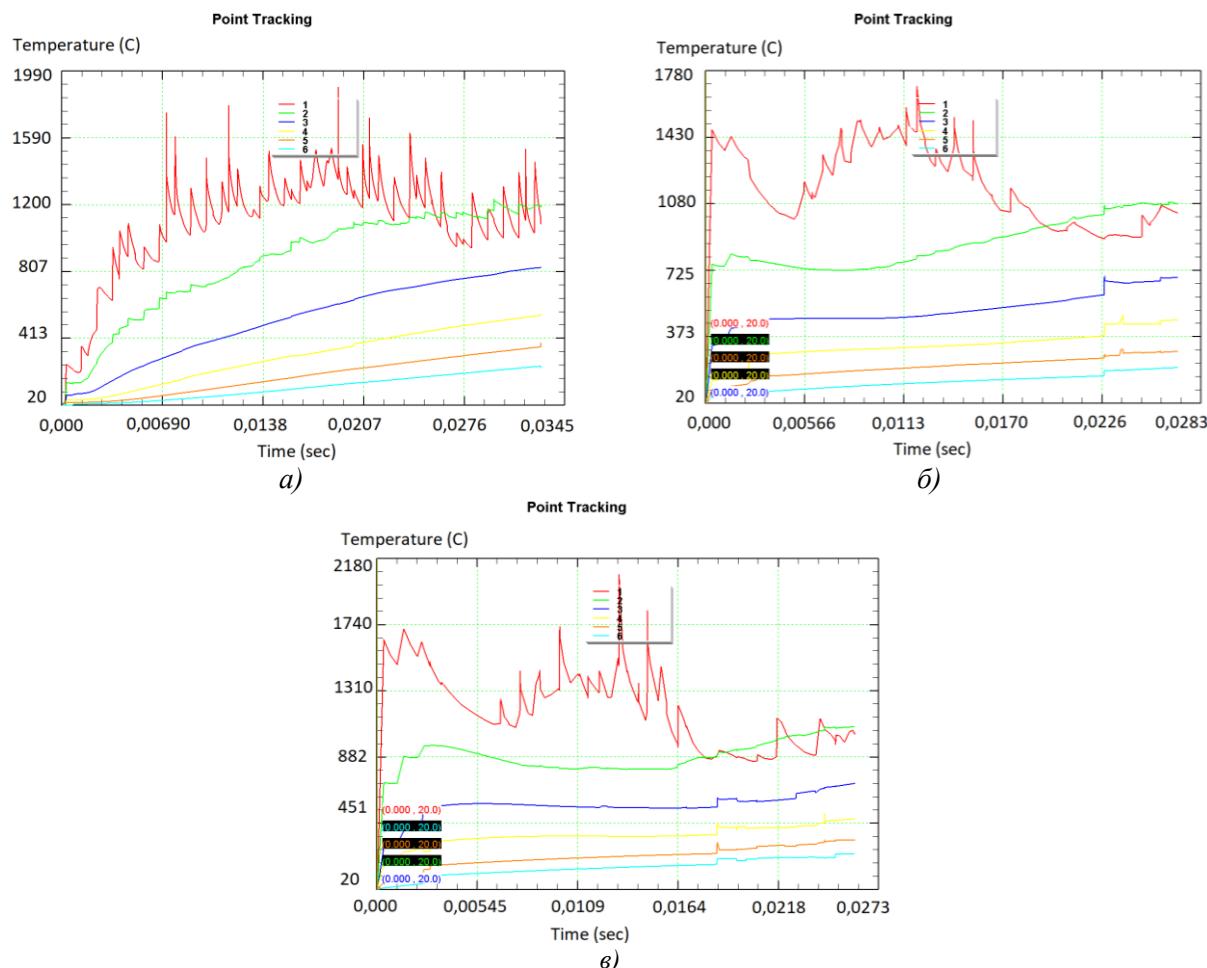


a -  $L_1 = 18, L_2 = 14$ ; б -  $L_1 = 22, L_2 = 10$ ; в -  $L_1 = 26, L_2 = 6$

**Рис.1.** Эскизы дисковой пилы с различными размерами  $L_1$  и  $L_2$

Материал модели заготовки сталь 08 по ГОСТ 1050-2013 – выбраны из библиотеки программы. Режимы резания: частота вращения диска –  $n_d = 2000, 2500, 3000$  об/мин, подача  $S = 120$  мм/мин. В моделировании используется тетраэдрическая сетка конечных элементов, которая автоматически перестраивается при искажении [13,14,15]. Начальная температура заготовки, инструмента и окружающей среды составляет  $20^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплопроводности между заготовкой и диском 30 Вт/(м·С), между деталями и воздухом – 0,002 Вт/(м·С). В граничных условиях модели заготовка жестко закреплена, диск перемещается только вдоль оси резания. При работе пилы осуществляется ее охлаждение путем подвода струи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

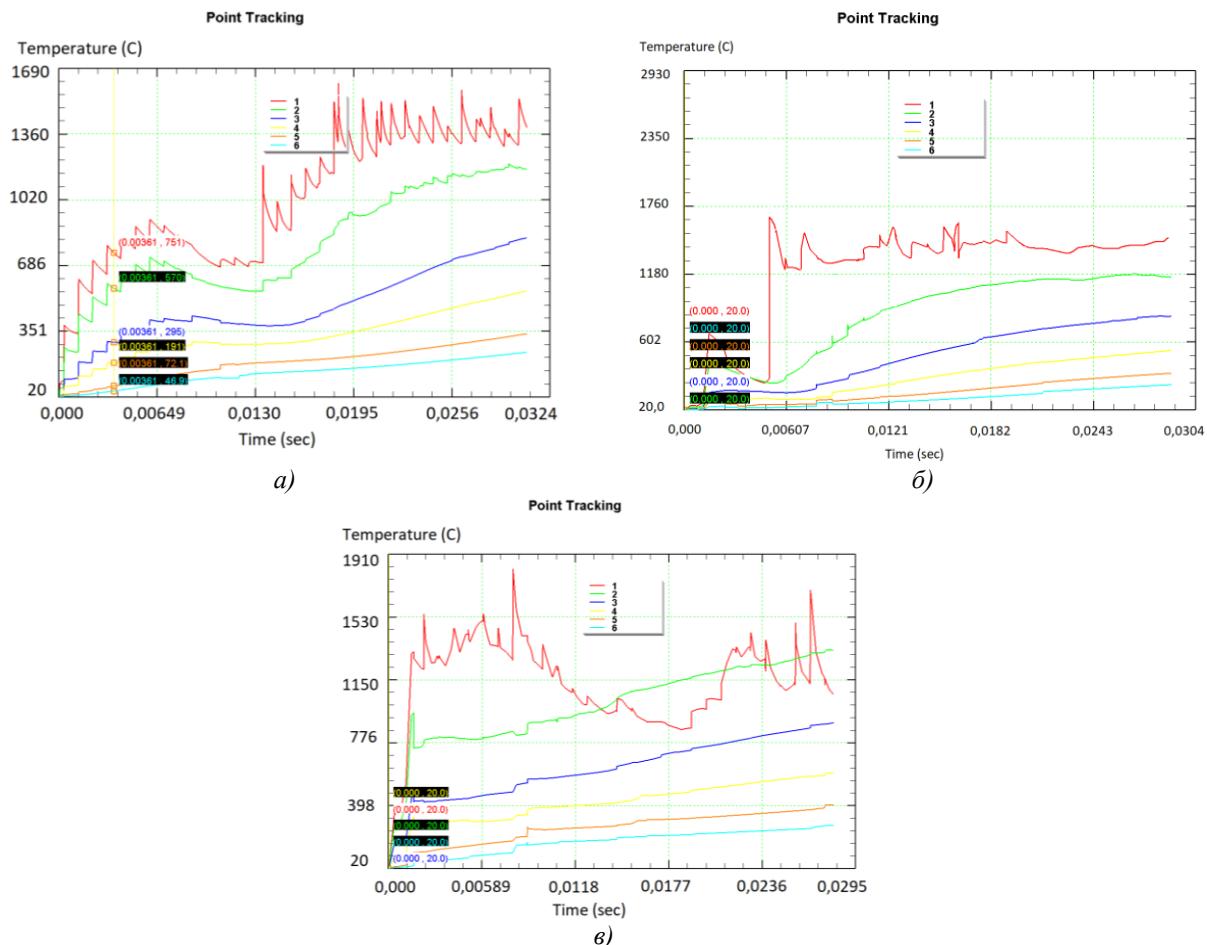
**Результаты.** Выполнено исследование по определению времени установления процесса обработки при термофрикционной отрезке с импульсным охлаждением. Значением времени установления процесса обработки было принято время, на которой достигается значение температуры близкой температуре плавления низкоуглеродистой стали 08, которая будет сохраняться в процессе обработки. При моделировании модулем Machining ПК DEFORM 3D на основе метода конечных элементов, для получения информации по распределению тепла вглубь заготовки, программа обозначает точки для измерения температуры, начиная от контакта «диск-заготовка» на расстоянии, где температура равняется  $T = 20^\circ\text{C}$ . На основе полученных результатов по этим точкам происходит построение графика зависимости изменения температуры от времени обработки за один оборот диска. На рисунке 2 показаны графики зависимости изменения температуры от времени отрезки с разметкой контактного слоя вглубь заготовки при  $L_1=18$  мм;  $L_2=14$  мм.



*a* –  $n_d = 2000$  об /мин; *b* –  $n_d = 2500$  об /мин; *c* –  $n_d = 3000$  об/мин;  $S = 120$  мм/мин;  $\theta = 2$  мм;  $L_1=18$  мм;  $L_2=14$  мм

**Рис. 2.** Графики зависимости изменения температуры от времени отрезки с разметкой контактного слоя вглубь заготовки при  $L_1=18$  мм;  $L_2=14$  мм

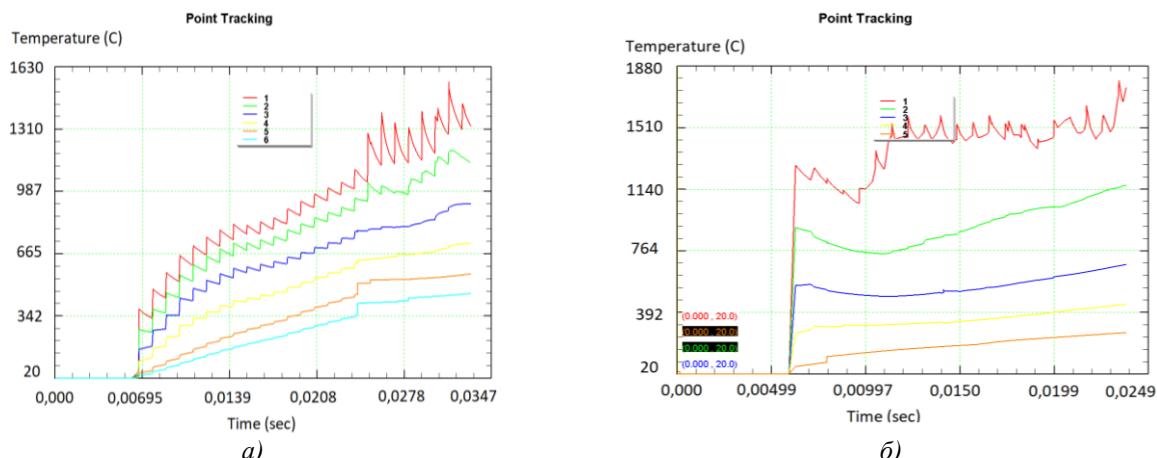
На рисунке 3 показаны графики зависимости изменения температуры от времени отрезки с разметкой контактного слоя вглубь заготовки при  $L_1=22$  мм;  $L_2=10$  мм.

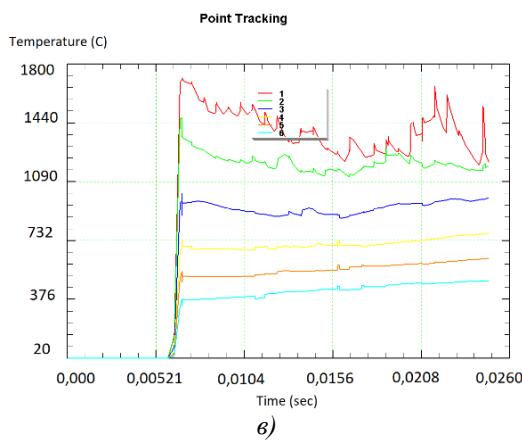


$$a - n_{\phi} = 2000 \text{ об /мин}; \quad \dot{b} - n_{\phi} = 2500 \text{ об /мин}; \quad \epsilon - n_{\phi} = 3000 \text{ об/мин}; \quad S = 120 \text{ мм/мин}; \quad e = 2 \text{ мм}; \quad L_1 = 22 \text{ мм}; \quad L_2 = 10 \text{ мм}$$

**Рис. 3.** Графики зависимости изменения температуры от времени отрезки с разметкой контактного слоя вглубь заготовки при  $L_1=22$  мм;  $L_2=10$  мм

На рисунке 4 показаны графики зависимости изменения температуры от времени отрезки с разметкой контактного слоя вглубь заготовки при  $L_1=26$  мм;  $L_2 = 6$  мм.





$a - n_d = 2000$  об /мин;  $\delta - n_d = 2500$  об /мин;  $v - n_d = 3000$  об/мин;  $S = 120$  мм/мин;  $v = 2$  мм;  $L_1=26$  мм;  $L_2 = 6$  мм

**Рис. 4.** Графики зависимости изменения температуры от времени отрезки с разметкой контактного слоя вглубь заготовки при  $L_1=26$  мм;  $L_2 = 6$  мм

Результаты анализа графиков зависимости изменения температуры от времени отрезки за один оборот диска при различных размерах геометрии дисковой пилы вносим в таблицу 1.

**Таблица 1. Результаты анализа графиков зависимости изменения температуры от времени отрезки за один оборот диска при различных размерах геометрии дисковой пилы**

Геометрия дисковой пилы		Частота вращения дисковой пилы, $n_d$ , об/мин	Время установления процесса обработки, сек	Достигнутая температура, $T, ^\circ C$
$L_1$ , мм	$L_2$ , мм			
18	14	2000	0,0069	1590
		2500	0,0034	1430
		3000	0,0032	1470
22	10	2000	0,0182	1340
		2500	0,0145	1460
		3000	0,0024	1480
26	6	2000	0,0250	1370
		2500	0,0113	1430
		3000	0,007	1440

Результаты показали (см. рис. 2,3,4 и табл. 1), что значение времени установления процесса термофрикционной отрезки с импульсным охлаждением при различных режимах резания и геометрии дисковой пилы находятся, в диапазоне 0,0024÷0,0250 сек. При этом значения достигнутой температуры колеблются в пределах  $T=1340\div1590^\circ C$ .

Полученные результаты подтверждают значение времени установления процесса обработки, 0,004÷0,006 сек определенной в работе [5], эти значения входят в диапазон значений 0,0024÷0,0250 сек.

Используя формулу (1) определим циклы частоты нагрев-охлаждение при различных режимах резания и геометрии дисковой пилы:

$$i_1 = \frac{\pi \cdot D}{L_1 + L_2} \cdot n = \frac{3,14 \cdot 285}{18 + 14} \cdot 2000 = 55931,25 \approx 56 \cdot 10^3 \text{ цикла},$$

$$i_2 = \frac{3,14 \cdot 285}{22 + 10} \cdot 2500 = 69914,06 \approx 70 \cdot 10^3 \text{ цикла},$$

$$i_3 = \frac{3,14 \cdot 285}{26 + 6} \cdot 3000 = 83896,87 \approx 84 \cdot 10^3 \text{ цикла}$$

Из расчета видно, что количество циклов нагрев – охлаждение в зависимости от режимов резания и геометрии дисковой пилы составляет:  $i_1 = 56 \cdot 10^3$ ;  $i_2 = 70 \cdot 10^3$ ;  $i_3 = 86 \cdot 10^3$ . В работе [5, стр. 96] эффективной частотой циклов нагрев-охлаждение было принято  $i = 130 \cdot 10^3$ , так как эффективность охлаждения увеличивалась после частоты циклов  $i = 100 \cdot 10^3$ . При этом минимальная частота вращения диска составляло  $n_o = 3500$  об/мин, диаметр диска  $D=320$ мм. В нашем случае, благодаря специальной конструкции дисковой пилы [8,9] на порядок увеличивается эффективность охлаждения, при этом частота циклов нагрев-охлаждение может составлять  $i < 100 \cdot 10^3$ , а также частота вращения дисковой пилы снижается до 2000 об/мин и диаметр до  $D=285$  мм. Выполнение термофрикционной отрезки с импульсным охлаждением на сниженных скоростях резания упрощает требования к шпиндельному узлу станка и уменьшает себестоимость отрезной операции.

### Обсуждение.

1. В результате исследования влияние геометрии дисковой пилы при различных режимах резания на установление процесса обработки при термофрикционной отрезке с импульсным охлаждением с использованием ПК DEFORM 2/3D установлено, что:

- значение времени установления процесса термофрикционной отрезки с импульсным охлаждением при различных режимах резания и геометрии дисковой пилы находится, в диапазоне  $0,0024 \div 0,0250$  сек. При этом значения достигнутой температуры колебляются в пределах  $T=1340 \div 1590^\circ\text{C}$ ;

- с увеличением размера зоны нагрева увеличивается время на установление процесса обработки. При увеличении размера зоны нагрева на 40%, время на установление увеличивается более 200%;

- увеличение частоты вращения дисковой пилы наоборот приводить уменьшению времени на установление процесса обработки. При увеличении частоты вращения дисковой пилы на 50%, наблюдается уменьшение времени на установление процесса обработки в среднем на 70%.

2. В результате использования специальной конструкции дисковой пилы достигнуто увеличение эффективности охлаждения, снижение частоты циклов нагрев-охлаждение  $i < 100 \cdot 10^3$ , частоты вращения дисковой пилы до 2000 об/мин при диаметре  $D=285$  мм.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Pokintelitsa N., Levchenko E. Projecting Parameters of a Microprofile for a Surface Obtained as a Result of the Thermofrictional Treatment // Procedia Engineering. Volume 150, 2016, Pages 1013-1019. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.155>
- [2] Sherov K.T., Sakhimbayev M.R., Nasad T.G. et al. The research of the steel cutting blade reliability for thermo-frictional processing // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2020. Volume 1, Number 439 (2020), P.122 – 130. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.15>
- [3] Sherov K., Sakhimbayev M., Mazdubay A., Sherov A., Rakishev A., Musaev M., Donenbayev B., Bayzhabaginova G. (2017) The research of the temperature impact in tool-workpiece contact on the quality of the cut at thermo-frictional cutting. Mechanics and Mechanical Engineering, Volume 21, Issue 3, 755-762. <http://www.kdm.p.lodz.pl/mme-art.html>
- [4] Кравченко О.С., Покинтелица Н.И. Деформационные и тепловые явления в зоне термофрикционного резания металла / Вестник ПНИПУ Машиностроение, материаловедение Т. 18, 2016, № 1. DOI: 10.15593/2224-9877/2016.1.01
- [5] Шеров К.Т. Управление качеством при термофрикционной отрезке с высокочастотным охлаждением / Диссертация к.т.н. – Ташкент: ТашГТУ – 1999. – 117с.
- [6] Шеров К.Т., Маздубай А.В., Сихимбаев М.Р., Исагулов А.З., Шеров А.К., Ракишев А.К., Мусаев М.М., Сихимбаева Д.Р. Способ термофрикционной отрезки металлических заготовок с охлаждением и конструкция дисковой пилы / Патент №31934 РК на изобретение. 30.03.2017г. Бюл. №6.
- [7] Шеров К.Т., Айнабекова С.С. Анализ состояния контактной зоны «инструмент-заготовка» при термофрикционной обработке с импульсным охлаждением / Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТаразГУ им. М.Х. Дулати, 2018.- №2(60)- С.16-24.
- [8] Шеров К.Т. Режущий диск / Инновационный патент №26583 РК на изобретение. 25.12.2012г., бюл. №12.
- [9] Шеров К.Т., Айнабекова С.С., Маздубай А.В., Габдысалык Р. и др. Дисковая пила / Патент №4592 РК на полезную модель. Опубликовано 10.01.2020г. Бюл. №1.
- [10] Катышев С.И. Применение программного комплекса «DEFORM 3D» для моделирования процесса фрезерования // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: сб. ст. по матер. XXVII межд. науч.-практ. конф. - Новосибирск: СибАК - 2018, № 18(26) - С. 14-22.
- [11] Pokintelitsa N., Levchenko E. Application of Thermo-Frictional and Mechanical Treatment Complex Method for Production of Parts with Specific Properties // Procedia Engineering, Volume 206, 2017, Pages 1326-1332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.639>

- [12] Nasad T.G., Kochetkov A.V. Highly Efficient Methods of Machining Titanium for Oil-Gas Drilling Equipment. Chem Petrol Eng 52, P. 227–230 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10556-016-0179-4>
- [13] Khojibergenov D.T., Khozhibergenova U.D., Akhmedov A.B., Absadykov B.N. Some aspects of the construction of a mathematical model for cutting metals / News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2019. Volume 2, Number 434 (2019), P.69 – 78. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.40>
- [14] Sherov, K.T., Sakhimbayev M.R., Sherov A.K., Mazdubay A.V., Rakishev A.K. et al. Mathematical modeling of thermofrictional milling process using ANSYS WB software / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47, No. 2 (2017) pp. 24-33. <https://doi.org/10.1515/jtam-2017-0008>
- [15] Khodzhibergenov, D.T., Ibragimova, Z.A., Khodzhibergenova, U.D. Sherov K.T., Abduraimov A. Esirkepov A. Some aspects of software in cutting tools designing and testing / Russian Engineering Research. Vol. 39 (2019). pp 772-775. <https://doi.org/10.3103/S1068798X19090090>

Айнабекова С.С., Шеров К.Т., Фабдысалык Р., Доненбаев Б.С., Сатыбалды Ж.Ж.

**Өндөу процесінің қалыптасу уақытына кесудің әртүрлі режимінде дискілі ара геометриясының әсерін зерттеу**

**Резюме.** Бұл мақалада импульсті салқыннатумен термофрикционлық кесу кезінде өндөу процесінің қалыптасу уақытын анықтау бойынша зерттеу нәтижелері келтіріледі. Өндөу процесінің қалыптасу уақытының мәнімен өндөу процесінде сақталатын 08 төмөнгі көміртекті болаттың балқу температурасына жақын температурага кол жеткізу уақыты қабылданды.

Нәтижелер көрсеткендегі, әртүрлі кесу режимдерінде термофрикционлық кесу процесін белгілеу уақытының мәні  $0,0024 \pm 0,0250$  сек диапазонында тұр. Бұл ретте кол жеткізілген температураның мәні  $T=1340 \pm 1590^{\circ}\text{C}$  шегінде ауытқиды. Дискілі араның арнайы конструкциясы салқыннату тиімділігін арттырады, сонымен қатар қыздыру-салқыннату циклдерінің жиілігі  $i < 100 \cdot 10^3$  құрауы мүмкін, сонымен қатар дискілі араның диаметрі  $D=285$  мм кезінде айналу жиілігі 2000 айн/мин дейін төмөндейді.

**Кілттік сөздер.** Өндөу процесін орнату, термофрикционлық өндөу, импульсті салқыннату, циклдердің жиілігі, дискілі араның геометриясы, температура.

УДК 621.09.2

S.O. Tussupova<sup>1</sup>, K.T. Sherov<sup>2</sup>, E.B. Imanbaev<sup>2</sup>, K.I. Imasheva<sup>2</sup>, R. Gabdysalyk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pavlodar State University named after S. Toraigyrov, Pavlodar, Kazakhstan

<sup>2</sup>Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan

<sup>3</sup>East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

e-mail: [shkt1965@mail.ru](mailto:shkt1965@mail.ru))

## METALLOGRAPHICAL RESEARCH OF QUALITY OF FILLING LAYERS DURING SURFACING WITH VARIOUS FILLING MATERIALS

**Abstract.** The article presents the results of the metallographic study of the structure of the surfacing layers from the surfacing materials TUBRODUR 58 G M, STOODY M7-G, and STOODY 102-G.

As a result of the study of the structure of the surfacing layers, the defects characteristic of surfacing (cracks in the surfaced layer and in the zone of fusion with the base metal, pores and shells, slag inclusions, non-fusion of the layer with the base metal, tears, etc.) were not revealed.

The high quality of surfacing confirms the correctness of the selected surfacing modes, the surfacing method, tools, process equipment, and equipment.

**Keyword.** Structural analysis, surfacing layer, surfacing, wear-resistant surfacing material, etching.

**С.О. Тусупова<sup>1</sup>, К.Т. Шеров<sup>2</sup>, Е.Б. Иманбаев<sup>2</sup>, К.И. Имашева<sup>2</sup>, Р. Габдысалык<sup>3</sup>**

(<sup>1</sup>Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан

<sup>3</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет,

г. Усть-Каменогорск, Казахстан e-mail: [shkt1965@mail.ru](mailto:shkt1965@mail.ru))

## МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА НАПЛАВОЧНЫХ СЛОЕВ ПРИ НАПЛАВКЕ РАЗЛИЧНЫМИ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

**Аннотация.** В статье приводятся результаты металлографического исследования структуры наплавочных слоев из наплавочных материалов TUBRODUR 58 G M, STOODY M7-G и STOODY 102-G.

В результате исследования структуры наплавочных слоев дефекты характерные для наплавок (трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом, надрывы и др.) не выявлены.

Высокое качество наплавки подтверждает правильность выбранных режимов наплавки, способа наплавки, инструментальной, технологической оснастки и оборудования.

**Ключевые слова.** Структурный анализ, наплавочный слой, наплавка, износостойкий наплавочный материал, травление.

**Введение.** Авторами разработаны способы термофрикционной обработки на малых скоростях [1,2,3,4,5]. Эти способы являются ресурсосберегающими, однако существует проблема с износостойкостью термофрикционных инструментов [6,7,8,9].

Известно, что износостойкие наплавки применяют для увеличения срока службы интенсивно изнашивающихся деталей [10,11].

Наплавку наносят непосредственно на изнашиваемую поверхность в один или несколько слоев толщиной от 0,25 до 10 мм. Такая технология нанесения износостойких покрытий на деталь - основное преимущество наплавок перед твердыми сплавами, так как в этом случае возможно изготавливать деталь из недорогой конструкционной стали (например, Ст.3, Ст.5) и при этом увеличивать срок ее службы [12,13].

Анализ и исследование износостойких наплавочных материалов, в частности наплавочных материалов STOODY M7-G, STOODY 102-G и OK TUBRODUR 58 O/G M показали, что они обладают высокой твердостью, износостойкостью и температурной стойкостью. Твердость этих наплавочных материалов находится в пределах 48-66 HRC.

Учитывая высказанные характеристики износостойких наплавочных материалов, авторами выполняются научные исследования по использованию их для повышения износостойкости режущей части термофрикционных инструментов [14,15].

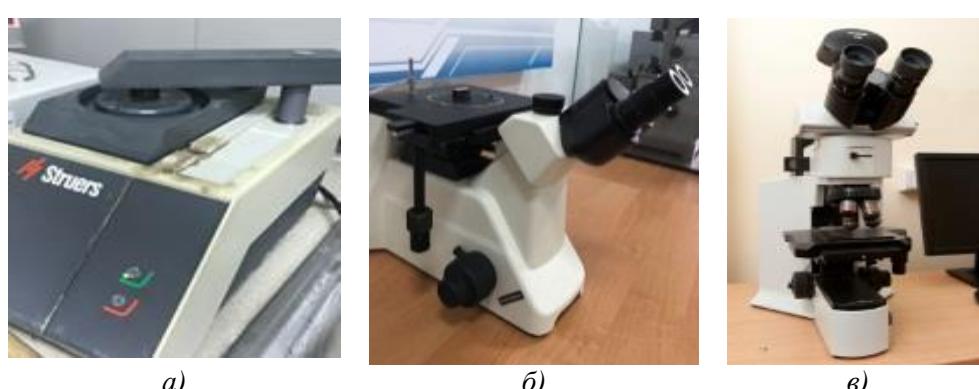
Были наплавлены образцы из малоуглеродистой конструкционной стали 3 вышеуказанными наплавочными материалами с помощью дуговой сварки на полуавтомате ПДГ-252 УЗ.1.

В результате наплавки получили по 3 образца с разными слоями наплавленного материала для каждого вида проволоки. Первый слой наплавки выполнено толщиной 4 мм, вторая и третья слой выполнены толщиной по 2 мм.

Для определения качества наплавки необходимо выполнить металлографическое исследование наплавленных слоев, которая является актуальной задачей.

**Методика.** Методика исследования основано на известные методы [16,17,18]. На рисунке 1 показаны оборудование для структурного анализа.

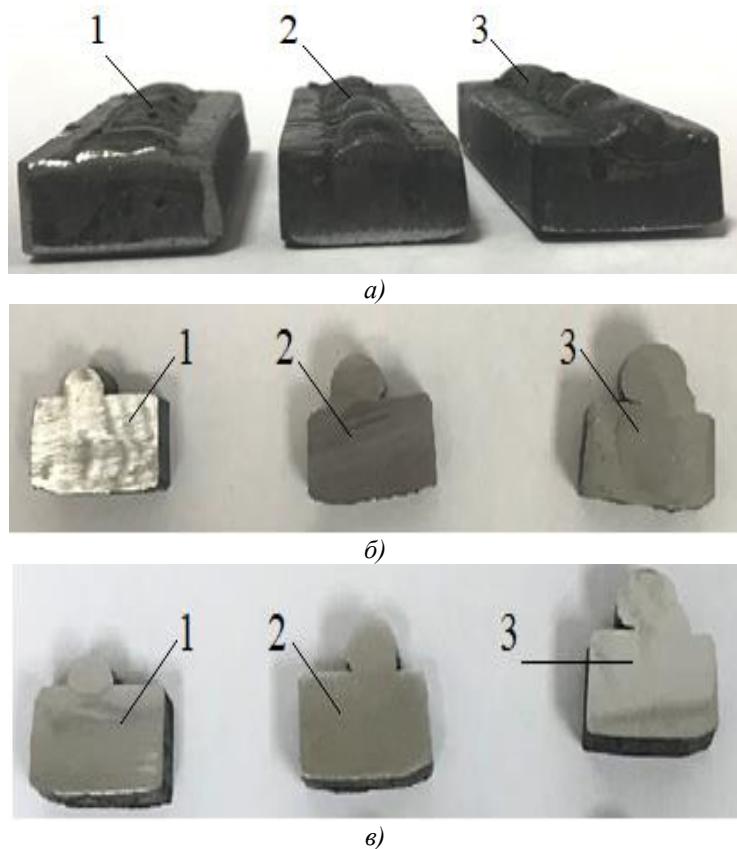
Структурный анализ наплавленных слоев проводился с использованием оборудования (см. рис. 1) испытательной лаборатории инженерного профиля «Комплексное освоение ресурсов минерального сырья» (ИЛИП «КОРМС») Карагандинского государственного технического университета.



а - автоматическое устройство для электролитического полирования и травления LECTROPOL-5;  
б - микроскоп металлографический Биомед MMP-1; в - оптический микроскоп Olympus BX51M

**Рис. 1.** Оборудования для структурного анализа

На рисунке 2 показаны (для наглядности) некоторые наплавленные образцы.



*a* – наплавленные образцы; *б* – образцы после отрезки; *в* – образцы после шлифования; 1 – однослоиняя наплавка; 2- двухслойная наплавка; 3 – трехслойная наплавка

Рис. 2. Наплавленные образцы

Для того чтобы увидеть структурные и фазовые составляющие металла или сплава в оптический микроскоп, подготовленные шлифы были подвергнуты травлению.

На рисунке 3 показаны протравленные шлифы.



Рис. 3. Протравленные шлифы

Травление образцов выполнялось на автоматическом устройстве для электролитического полирования и травления металлографических образцов LECTROPOL-5 (см. рис. 1,*а*). Для травления использовался реактив из этилового спирта (90%) и азотной кислоты  $\text{HNO}_3$  (10%).

После того как образцы протравлены, можно переходить к изучению их структуры.

**Результаты.** Для наблюдения, фотографирования и анализа образцов был использован микроскоп металлографический (20x увеличение) Биомед ММР-1 (см. рис. 1, *б*). Некоторые фотографии полученных структур представлены (для наглядности) на рисунке 4.

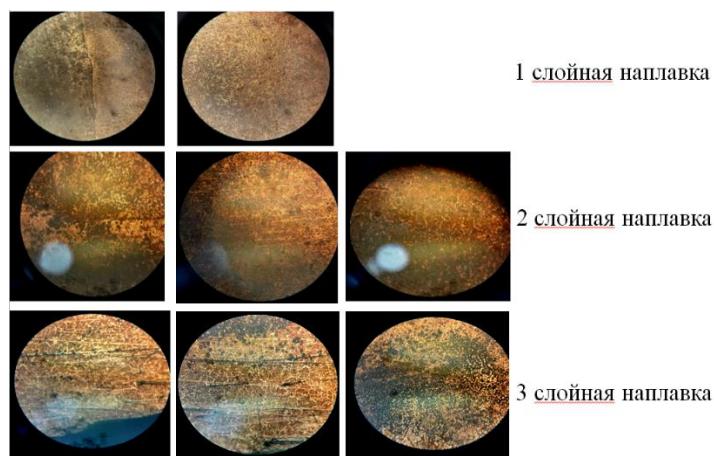
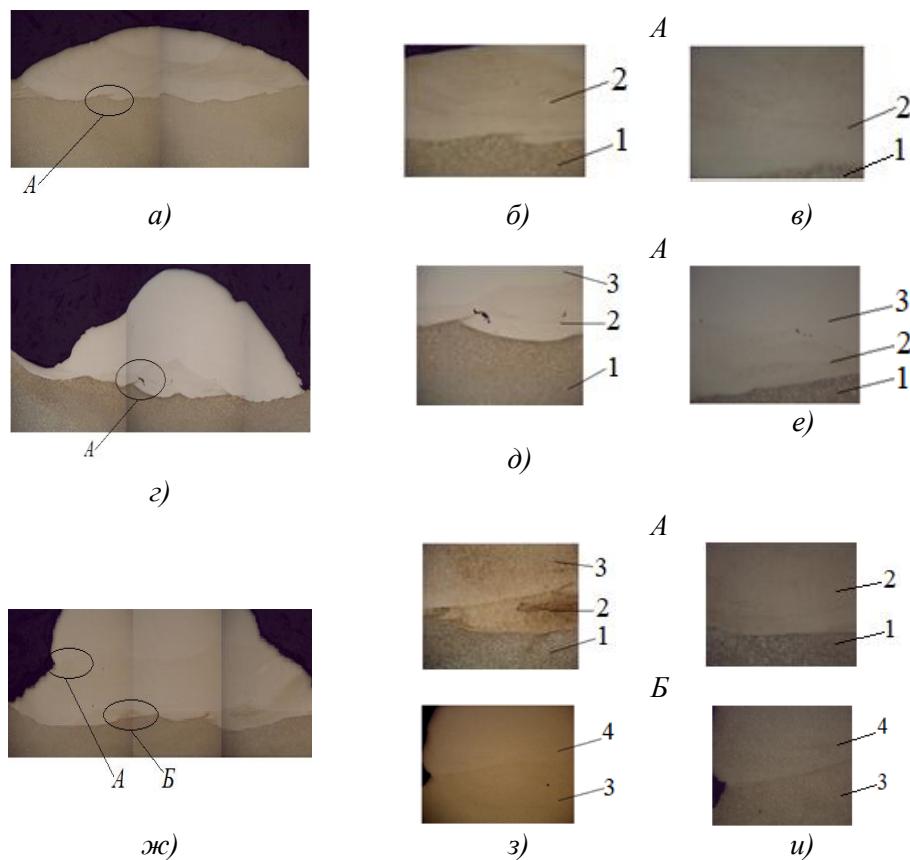


Рис. 4. Фотографии полученных структур

Структурный анализ наплавочных слоев проводили на оптическом микроскопе Olympus BX51M (см. рис. 1, б).

Микроскоп предназначен для наблюдения, цифровой регистрации и анализа микроскопических изображений, изучения строения мелкодисперсных структур, границ зерен, блочного строения и дислокационных структур. Максимальное увеличение: 1000х.

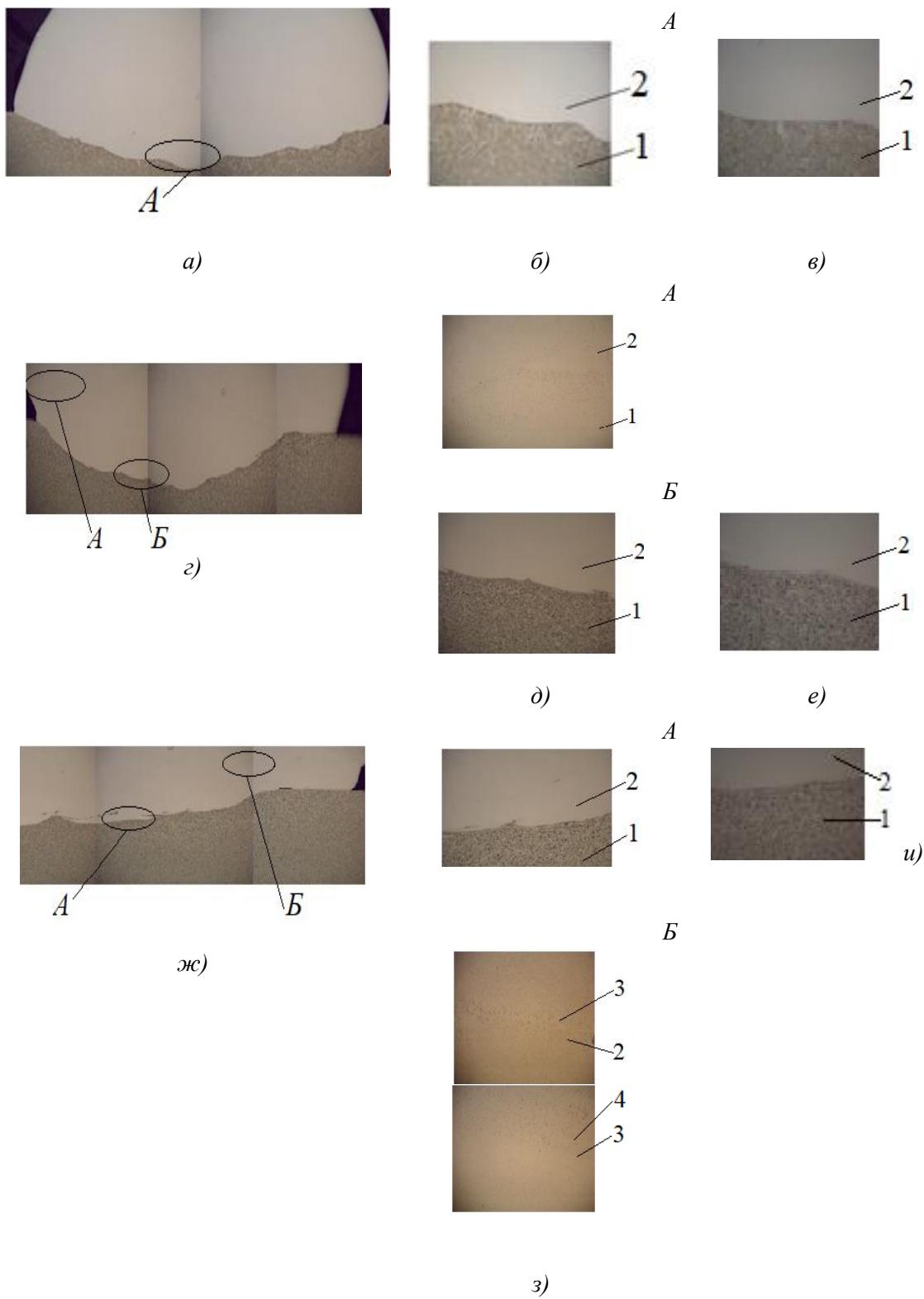
На рисунке 5 показано фотографии структуры наплавочных слоев из наплавочного материала TUBRODUR 58 G M.



*a* – однослойная наплавка в 50х увеличении; *б* – выноска *A* в 100х увеличении; *в* – выноска *A* в 200х увеличении; *г* – двухслойная наплавка в 50х увеличении; *д* – выноска *A* в 100х увеличении; *е* – выноска *A* в 200х увеличении; *ж* – трехслойная наплавка в 50х увеличении; *з* – выноска *A* и *B* в 100х увеличении; *и* – выноска *A* и *B* в 200х увеличении

Рис 5. Фотографии структуры наплавочных слоев из наплавочного материала TUBRODUR 58 G M

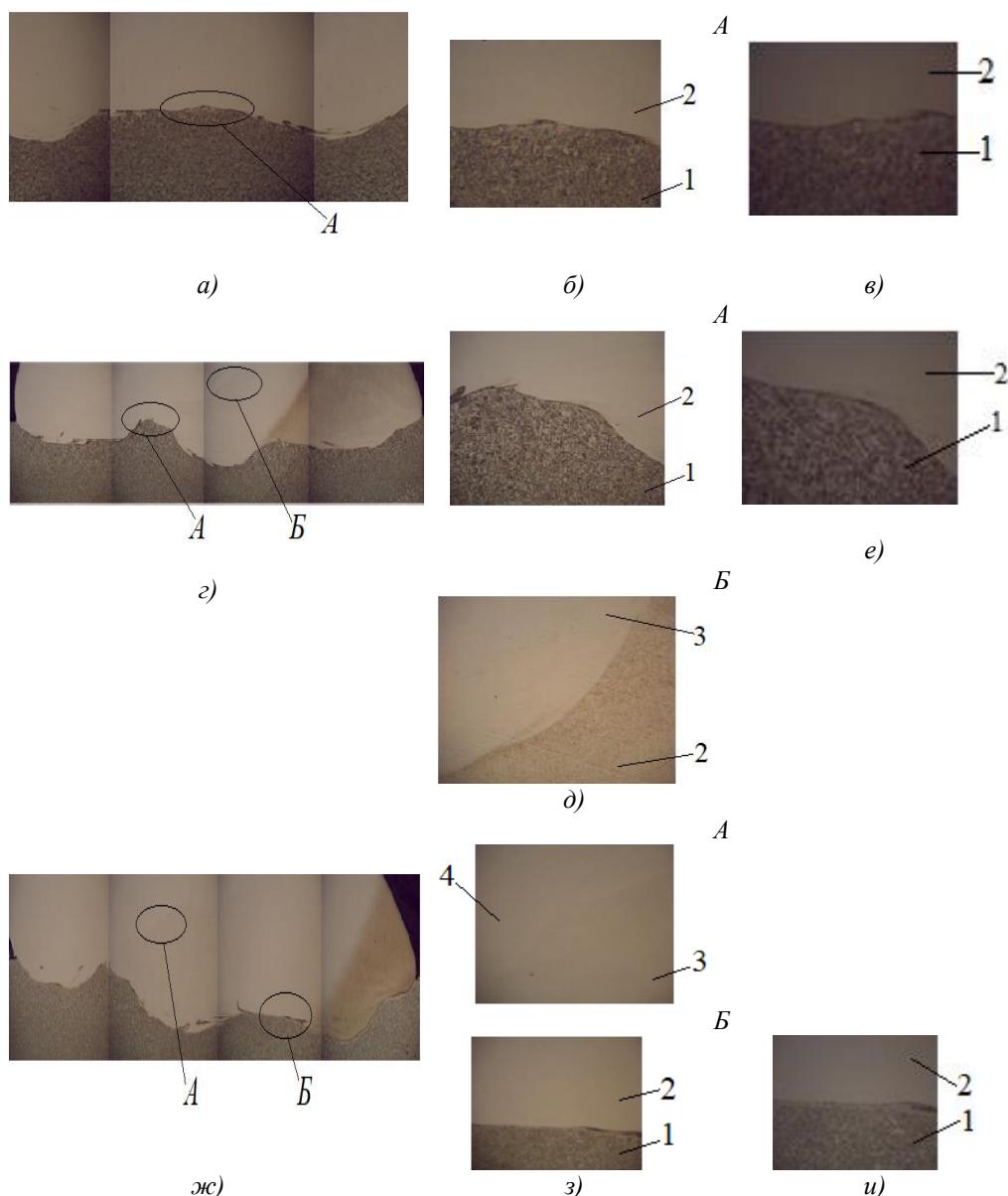
На рисунке 6 показано фотографии структуры наплавочных слоев из наплавочного материала STOODY M7-G



однослочная наплавка в 50x увеличении; б – выноска А в 100x увеличении; в – выноска А в 200x увеличении;  
г – двухслойная наплавка в 50x увеличении; д – выноска А и Б в 100x увеличении; е – выноска Б в 200x  
увеличении; жс – трехслойная наплавка в 50x увеличении; з – выноска А и Б в 100x увеличении;  
и – выноска А в 200x увеличении

Рис. 6. Фотографии структуры наплавочных слоев из наплавочного материала STOODY M7-G

На рисунке 7 показано фотографии структуры наплавочных слоев из наплавочного материала STOODY 102-G.



*a – однослойная наплавка в 50х увеличении; б – выноска А в 100х увеличении; в – выноска А в 200х увеличении; г – двухслойная наплавка в 50х увеличении; д – выноска А и Б в 100х увеличении; е – выноска А в 200х увеличении; жс – трехслойная наплавка в 50х увеличении; з – выноска А и Б в 100х увеличении; и – выноска Б в 200х увеличении*

**Рис.7.** Фотографии структуры наплавочных слоев из наплавочного материала STOODY 102-G

Из структуры наплавочных слоев из наплавочного материала TUBRODUR 58 GM (см. рис.5) можно наблюдать незначительная степень проплавления основного металла, линия перемешивания наплавленного слоя с основным металлом. Резко выраженная граница в переходной зоне металлического слоя, линия волнистая, четкая. Между слоями переход не ярко-выраженный, линии волнистые нечеткие.

Исследование структуры наплавочных слоев из наплавочного материала STOODY M7-G (см. рис. 6) показали, что наблюдается значительная степень проплавления в основной металл, минимальное перемешивание наплавленного слоя с основным металлом, резко выраженная граница в переходной зоне основного металла с наплавленным слоем. Линия волнистая, четкая.

При исследовании структуры наплавочных слоев из наплавочного материала STOODY 102-G (см. рис.7) было выявлено значительная степень проплавления в основной металл, минимальное

перемешивание наплавленного слоя с основным металлом, резко выраженная граница в переходной зоне основного металла с наплавленным слоем, линия волнистая, четкая.

А также во всех наплавочных слоях дефекты характерные для наплавок как трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом, надрывы и др. не выявлены.

**Обсуждение.** В процессе металлографического исследования были проанализированы структуры наплавочных слоев из наплавочных материалов TUBRODUR 58 G M, STOODY M7-G и STOODY 102-G и дефекты характерные для наплавок (трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом, надрывы и др.) не выявлены.

Результаты исследования показывают высокое качество наплавки, которое подтверждает правильность выбранных режимов наплавки, способа наплавки, инструментальной, технологической оснастки и оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шеров К.Т., Маздубай А.В., Ракишев А.К., Мусаев М.М. и др. Способ термофрикционной отрезки металлических заготовок с охлаждением и конструкция дисковой пилы. / Патент №31934 РК на изобретение. 30.03.2017г. Бюл. №6.
- [2] Шеров К.Т., Мусаев М.М., Коккоз М.М. Способ термофрикционного фрезоточения и фреза трения // Патент РК №32933 на изобретение. Опубликовано 05.07.2018. Бюл. №25.
- [3] Шеров К.Т., Мусаев М.М., Ракишев А.К., Тусупова С.О. и др. Способ ротационно-фрикционного точения и конструкция чашечного резца // Патент №4140 РК на полезную модель. 12.07.2019г. Бюл. №28.
- [4] Sherov, K.T., Sakhimbayev M.R., Donenbayev B.S., Ainabekova S. Experimental Research of Rotational-and-Frictional Boring of Big Holes in Large Parts / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47, No. 4 (2017) pp.23-36. <https://doi.org/10.1515/jtam-2017-0018> (in Eng.).
- [5] Khodzhibergenov D.T., Esirkepov A., Sherov K.T. Rational milling of metals / Russian Engineering Research. Allerton Press, Inc. 2015. Vol. 35. No 1. pp. 43-45. <https://doi.org/10.3103/s1068798x1501013x> (in Eng.).
- [6] Мусаев М.М., Маздубай А.В., Мусатаева Н.Б. Фрикционлық құралдың шыдамдылығын арттыру // Труды межд. научно-практической конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан–2050» (Сагиновские чтения № 5). Часть 1.-Караганда: Изд-во Караганда, 2013.-С. 291-293.
- [7] [Khodzhibergenov, D.T.](#), [Ibragimova, Z.A.](#), [Khodzhibergenova, U.D.](#), [Abdukarimov, A.](#), [Sherov, K.T.](#), [Esirkepov, A.](#). Software for Tool Design and Testing / [Russian Engineering Research](#), Volume 39, Issue 9, 1 September 2019, Pages 772-775.
- [8] Арапова Н.К., Маздубай А.В. Об износостойкости режущих дисков трения для термофрикционной обработки на малых скоростях // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации». Ч.3. – Караганда: Изд-во Караганда, 2017. – С.256-258.
- [9] Шеров К.Т., Тусупова С.О. Исследование износа термофрикционных режущих инструментов / Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТаразГУ им. М.Х. Дулати, 2018.- №2(60)- С.7-16.
- [10] F.Velasco, G.Blanco, A. Bautista., M.A. Martínez (2009) Effect of welding on local mechanical properties of stainless steels for concrete structures using universal hardness tests Construction and Building Materials, Volume 23, Issue 5, 1883-1891.
- [11] Mukanov R., Kasenov A., Itybayeva G., Musina, Z., Strautmanis, G. Modeling of the cutting head for treating holes in the railway (2019) Procedia Computer Science, Volume 149, P.355-359
- [12] Zambrano O.A., Gómez J.A., Coronado J.J., Rodríguez S.A. (2019) The sliding wear behaviour of steels with the same hardness. Wear, Volumes 418 - 419, 15, P.201-207
- [13] Dudak N., Taskarina A., Kasenov A., Itybäeva G., Mussina, Z., Abishev, K., Mukanov R. (2017) Hole machining based on using an incisive built-up reamer. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Volume 18, Issue 10, P.1425-1432.
- [14] Тусупова С.О., Шеров К.Т. Наплавка - как технологический метод повышения износостойкости термофрикционных инструментов // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №10), Ч.3. – Караганда: Изд-во Караганда, 2018. – С.263-265.
- [15] Шеров К.Т., Тусупова С.О. Способ повышения износостойкости термофрикционных инструментов // Материалы IV Междунар. науч.-практ. конференции: «Современные технологии в машиностроении и литейном производстве» – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2018. – С.335-339.
- [16] D. Samuel Raj, L. Karunamoorthy (2019) Performance of cryogenically treated WC drill using tool wear measurements on the cutting edge and hole surface topography when drilling CFRP . In International Journal of Refractory Metals and Hard Materials Volume 78, January 2019. P.32-44

[17] Gyanesh Sharana, Rabindra Kumar Patel (2019) Optimization of cutting parameters of turning for hardness of AISI 4140 alloy steel. ICMPC-2019 Materials Today: Proceedings 18, P.3582–3589

[18] Nasad T.G., Sherov K.T., Absadykov B.N., Tusupova S.O., Sagitov A.A., Abdugaliyeva G.B., Okimbayeva A.E. Formation management in parts processing regenerated by surfacing // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2019. Vol. 3, N 435. P.102-108. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170x.74>, ISSN 2518-170X. (Online), ISSN 2224-5278 (Print).

Тусупова С.О., Шеров К.Т., Иманбаев Е.Б., Имашева К.И., Ғабдысалық Р.

**Әртүрлі балқыма материалдармен балқымалап қаптастырылған қабаттардың сапасын металлографиялық зерттеу**

**Түйіндеме.** Мақалада TUBRODUR 58 G M, STOODY M7-G және STOODY 102-G балқыма материалдармен балқымалап қаптастырылған қабаттардың құрылымын металлографиялық зерттеу нәтижелері көлтірілген.

Балқымалы қабаттардың құрылымын зерттеу нәтижесінде балқымалауға тән ақаулар (балқымалы қабатта және негізгі металмен қорытылу аймағындағы сызаттар, кеуектер мен қаяулар, кож кірмелер, негізгі металмен қабаттың балқымайы, жарықтар және т.б.) анықталған жоқ.

Балқымалаудың жоғары сапасы балқымалау режимі, балқымалау әдісі, құралдық, технологиялық жабдықталуы мен жабдықтардың дұрыс таңдалуын растайды.

**Тірек сөздер.** Құрылымдық талдау, балқымалы қабат, балқымалау, тозугатөзімді балқымалы материал, өндіреу.

# • ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Z.Zh. Zhanabaev, D.A. Turlykzhayeva, N.M. Ussipov**

(al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: abdikumarovna.d@gmail.com

## THE STUDY OF DYNAMIC CHAOS, AND CORRELATIONS IN THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS NANOSTRUCTURED SILICON

**Abstract.** The voltage-current characteristics of a porous nanostructured film obtained using fractal theory were studied using dynamic chaos methods. The emergence of deterministic chaos is investigated by studying the stability that characterizes the nonlinear equation of a fractal measure. the Lyapunov exponent was used to describe the instability. In addition, the correlation function was studied.

**Keywords:** porous silicon, nanostructure, fractal, fractal dimension, phase portrait.

**З.Ж. Жаңабаев, Д.А. Тұрлықожаева, Н.М. Усипов**

(КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

E-mail: abdikumarovna.d@gmail.com

## ДИНАМИЧЕСКИЙ ХАОС НЕЛИНЕЙНОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ МЕРЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

**Abstract.** Вольтамперные характеристики пористойnanostructured пленки, полученные с помощью нелинейного уравнения фрактальной меры, исследованы методами динамического хаоса. Возникновение детерминированного хаоса исследовано посредством неустойчивости, характеризующей нелинейное уравнение фрактальной меры. Для описания неустойчивости использовался показатель Ляпунова. Кроме того, область хаоса изучена с помощью корреляционных и численных методов анализа.

**Ключевые слова:** пористый кремний, nanostructure, fractal, fractal dimensionality, dynamic chaos, stability, correlation.

### Введение

Пористые nanostructured пленки на основе кремния, в которых реализуются квантово-размерные эффекты, благодаря ряду уникальных свойств относятся к перспективным материалам для развития современных тенденций в наноэлектронике. Известно, что в зависимости от метода получения нанопленки имеют различные значения пористости, размер пор и нанонитей, влияющие на оптические и электрофизические свойства. Пористый слой, сформированный на поверхности монокристаллической пластины Si, характеризуется масштабно-инвариантным, иерархически самоподобным, то есть фрактальным и мультифрактальным строением. Фрактальное распределение нанокластеров, их скоплений и пор на поверхности пленки обусловлено процессами самоорганизации, имеющих место при неравновесности, нелинейности и не замкнутости системы.

Таким образом, исследование электрофизических свойств в nanostructured пористых полупроводниковых пленках, основанных на установлении нелинейной связи между фрактальной размерностью, пористостью и толщиной пор материала является новым подходом при разработке усовершенствованных устройств наноэлектроники и фотоники [1-5].

В работах, [6,7] с применением уравнения нелинейной фрактальной меры, получены вольтамперные характеристики полупроводниковых нанопленок, которые характеризуются немонотонными функциями и имеют ряд особенностей, такие как осцилляционные поведения и петли гистерезиса.

Исследование хаотических процессов и предсказание поведения изучаемого объекта в детерминированных нелинейных диссипативных системах является одной из фундаментальных проблем естествознания. Нелинейное уравнение, приводящееся к хаотической динамике, характеризуется неустойчивостью, присущей фазовым траекториям странных аттракторов системы, а для ее описания используется показатель Ляпунова, оценивающий область начальных и конечных возмущений в заданной области. Кроме того, исследовать хаотическую динамику можно с помощью корреляционных методов анализа, с использованием корреляционного интеграла и функции Хэвисайда [8].

Цель работы заключается в исследовании возникновения детерминированного хаоса посредством изучения устойчивости уравнения нелинейной фрактальной меры.

### Теоретическая часть

В теоретических исследованиях вольтамперных характеристик полупроводниковых наноструктур, использовалась нелинейная фрактальная мера в виде  $V(U)$  в следующей формуле (1).

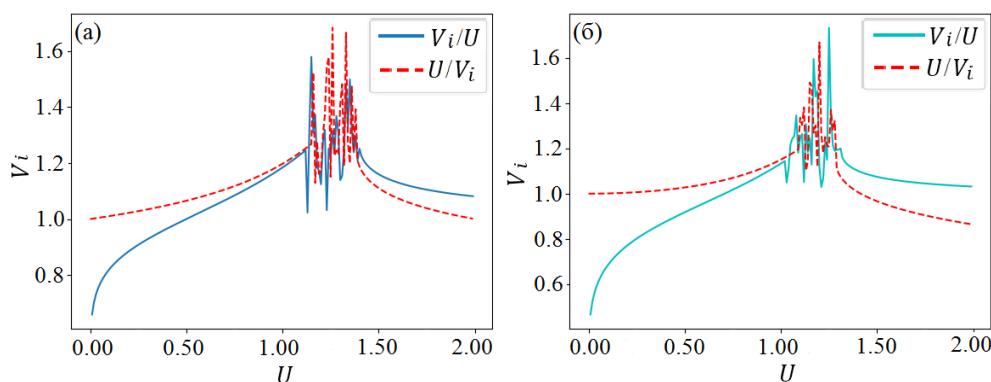
$$V(U) = E_g \left( \frac{\Delta V}{U} \right)^d \cdot \left( \frac{\Delta V}{U} \right)^{-D} = E_g \left( \left| 1 - \frac{V}{U} \right| \right)^{-\gamma}, \quad \Delta V = |V - U|, \quad (1)$$

где все переменные взяты в безразмерном виде,  $d$  – топологическая и  $D$  – фрактальная размерность множества значений  $V(U)$ ,  $V$  – электрический потенциал фрактальных наноструктур,  $U$  – приложенное напряжение,  $E_g$  – ширина запрещенной зоны,  $\gamma$  – разность фрактальной и топологической размерности множества значений  $V$  [9,10].

Ввиду нелинейности уравнение (1) удобно анализировать в дискретной форме в виде отображения, где  $i$  означает число отсчетов:

$$V_{i+1}(U) = E_g \left( \left| 1 - \left( \frac{V_i}{U} \right)^{\pm j} \right| \right)^{-\gamma}, \quad (2)$$

На рисунке 1 (а, б) представлены зависимости, связанные с вольтамперной характеристикой полупроводниковых наноструктур.

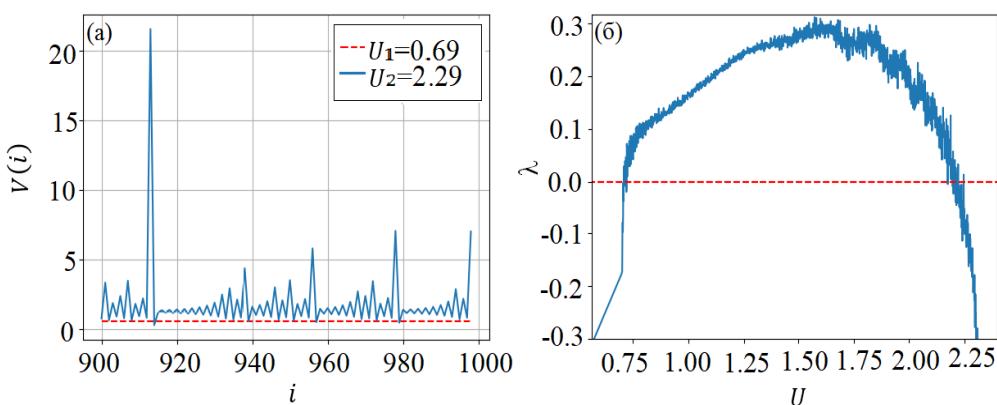


**Рис. 1.** (а, б). Зависимости  $V(U)$  по формуле (2), где  $\gamma=0.1$ ,  $E_g=1$ , (а) -  $j=1$ , (б) -  $j=2$

Для расчета показателя Ляпунова  $\lambda(x_i)$  использована следующая формула [11-13].

$$\lambda(x_i) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \ln \sum_{i=0}^{n-1} \ln(V'(x_i)) \quad (3)$$

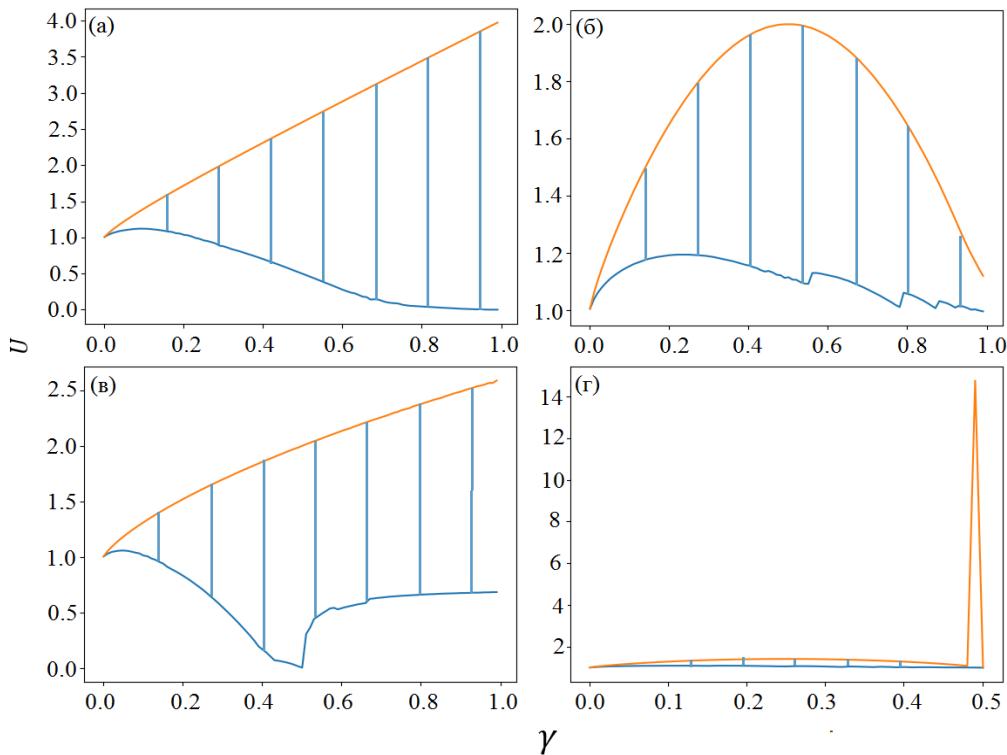
Ниже на рисунке 2 представлены области хаоса  $\lambda > 0$ , полученные с помощью функций Ляпунова.



**Рис. 2.** (а)-Зависимость нелинейной фрактальной меры от количества итераций:  $\gamma=0.4$ ,  $E_g=1$ ,  $j=1$   
(б) - зависимость показателя Ляпунова ( $\lambda$ ) от переменной  $U$ :  $\gamma=0.4$ ,  $E_g=1$ ,  $j=1$

Согласно рисунку 2 область хаотизации наблюдается в интервале  $0.7 < U < 2.2$ . Этот результат будет справедлив для любого значения  $E_g$ , при  $\gamma=0.4$ , т.к уравнение (2) масштабно-инвариантно относительно  $E_g$ .

На рисунке 3 представлены штрихованные области хаотизации в зависимости от параметра скейлинга  $\gamma$ .



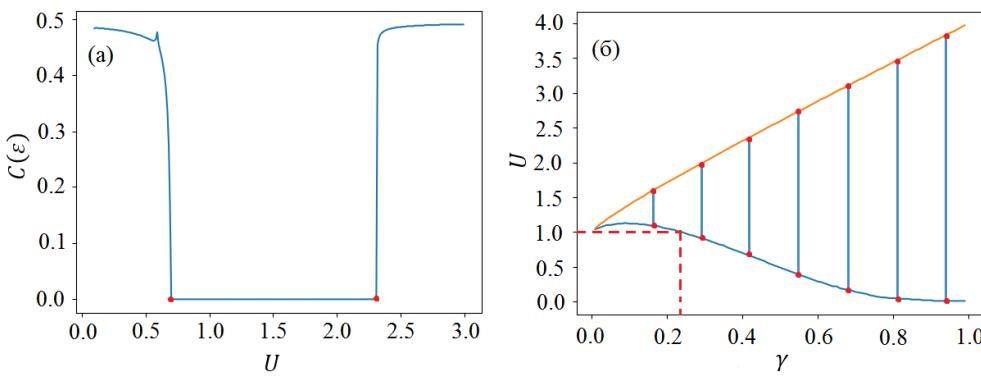
**Рис. 3.** (а, б, в, г). Области хаоса вблизи критического значения в зависимости от показателя скейлинга, где  $E_g = 1$ , (а) -  $j = 1$ , (б) -  $j = -1$ , (в) -  $j = 2$ , (г) =  $-j = -2$

Использую корреляционные методы анализа определим область хаоса для уравнения (2). Для расчета использованная формула корреляционного интеграла:

$$C(\varepsilon) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N \theta(\varepsilon - (x(i) - x(j))), \quad (4)$$

где  $N$  есть объем выборки  $x(i)$ ,  $\varepsilon$ - пороговое расстояние,  $\theta$ -функция Хевисайда [14,15].

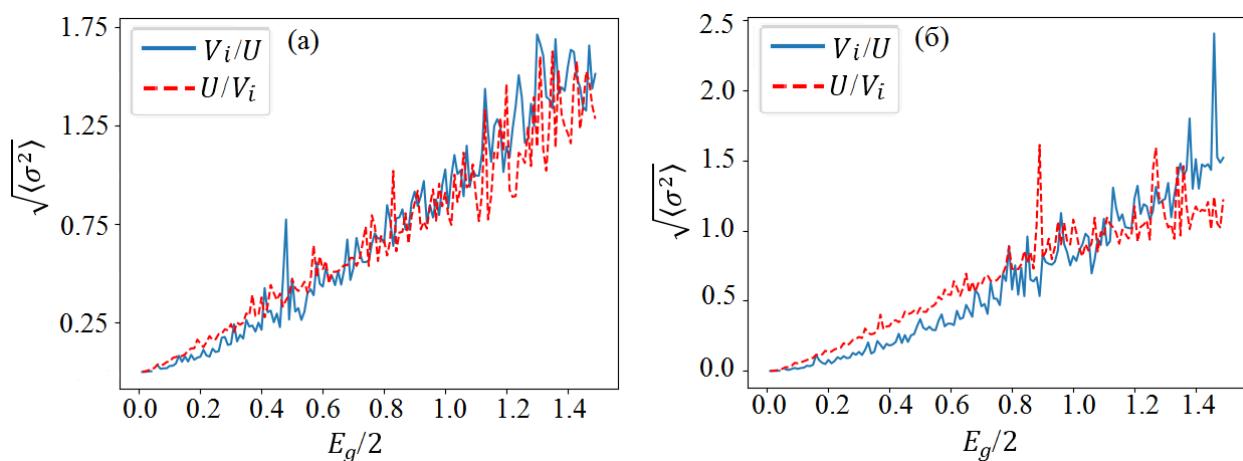
На рисунке 4 (а, б) представлена область хаоса для уравнения (2), полученная посредством корреляционного интеграла.



**Рис. 4.** Области хаоса вблизи критического значения (а) от  $U$ ,  $\gamma = 0.4$ , (б) от  $\gamma$ ;  $E_g = 1$ ,  $j = 1$

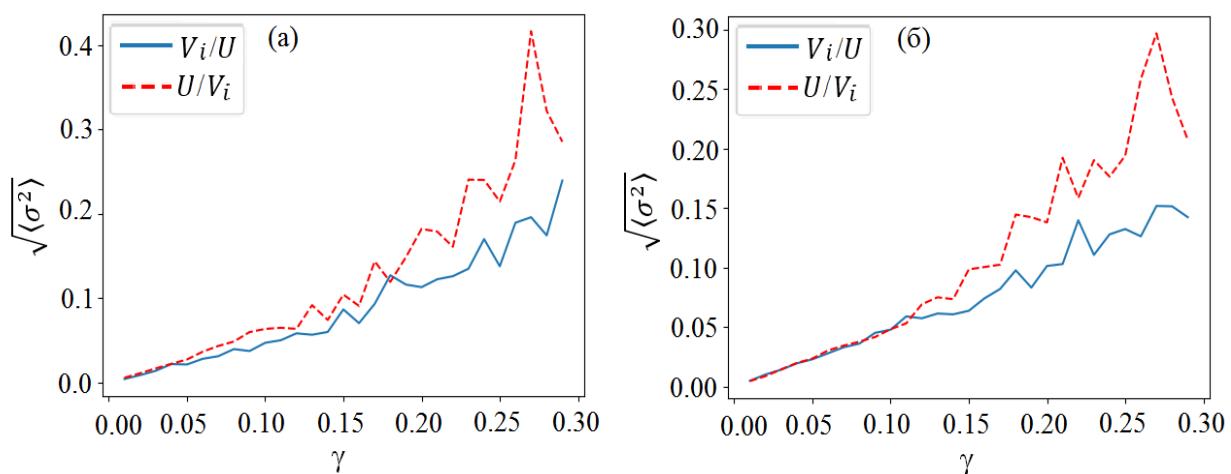
Результаты, полученные корреляционными методами, совпадают результатам, полученным метод Ляпунова (рисунок 2, 3). При  $E_g = 1$ ,  $U = 1$  хаос реализуется при  $\gamma \geq \gamma_* = 0.25$  (рисунок 4 (б)).

Интерес представляет определение связи между среднеквадратичным значением  $V(U)$  и параметром  $E_g$  (рисунок 5). Существует зависимость  $\sqrt{\langle \sigma^2 \rangle} = E_g/2$ ,  $\gamma = \gamma_*$ , как в теории квантовых возмущений [16].



**Рис. 5.** Изменение среднеквадратического отклонения  $V(U)$  от  $E_g$   
(а)  $j=1$ , (б)  $j=2$ ;  $\gamma = 0.25$

На рисунке 6 представлена зависимость среднеквадратичного отклонения  $\sqrt{\langle \sigma^2 \rangle}$  от показателя скейлинга  $\gamma$ .



**Рис. 6.** Изменение среднеквадратического отклонения  $V(U)$  от  $\gamma$   
(а)  $j=1$ , (б)  $j=2$ ;  $\gamma = 0.25$

#### Заключение

Установлены области хаотической реализации нелинейного отображения для потенциала электрона в фрактальном кристалле. Начало хаоса соответствует значению показателя скейлинга  $\gamma=0.25$ . Этот результат следует также из аналитической теории. Установлена связь среднеквадратического отклонения потенциала электрона с значением ширины запрещенной зоны. Этот результат согласуется с выводом квантовой теории возмущений в полупроводниках.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Zhanabaev Z. Z., Grevtseva T. Y. Physical Fractal Phenomena in Nanostructured Semiconductors //Reviews in Theoretical Science. – 2014. – Т. 2. – №. 3. – С. 211-259.
- [2] Landauer R. Spatial variation of currents and fields due to localized scatterers in metallic conduction //IBM Journal of Research and Development. – 1988. – Т. 32. – №. 3. – С. 306-316.
- [3] Zhanabaev Z. Z. et al. Optical processes in nanostructured semiconductors //Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2013. – Т. 10. – №. 3. – С. 673-678.
- [4] Zhanabaev Z. Z., Kozhagulov Y. T. A Generic model for scale-invariant neural networks //Journal of Neuroscience and Neuroengineering. – 2013. – Т. 2. – №. 3. – С. 267-271.
- [5] Zhanabaev Z. Z. et al. Structure of porous silicon films. – 2017.
- [6] Zhanabaev Z. Z., Grevtseva T. Y., Ibraimov M. K. Electrical conductivity of silicon quantum nanowires //Physical Sciences and Technology. – 2016. – Т. 2. – №. 1.

- [7] Zhanabaev Z. Z., Grevtseva T. Y., Ibraimov M. K. Morphology and electrical properties of silicon films with vertical nanowires //Journal of Computational and Theoretical Nanoscience. – 2016. – Т. 13. – №. 1. – С. 615-618.
- [8] Boeing G. Visual analysis of nonlinear dynamical systems: chaos, fractals, self-similarity and the limits of prediction //Systems. – 2016. – Т. 4. – №. 4. – С. 37.
- [9] Zhanabaev Z. Z., Grevtseva T. Y. Fractal properties of nanostructured semiconductors //Physica B: Condensed Matter. – 2007. – Т. 391. – №. 1. – С. 12-17.
- [10] Tsao H. Y., Lin Y. J. Resistive switching behaviors of Au/pentacene/Si-nanowire arrays/heavily doped n-type Si devices for memory applications //Applied Physics Letters. – 2014. – Т. 104. – №. 5. – С. 053501.
- [11] Kantz H., Schreiber T. Nonlinear time series analysis. – Cambridge university press, 2004. – Т. 7.
- [12] Zhang R. et al. Memristive behavior of ZnO/NiO stacked heterostructure //Microelectronic engineering. – 2013. – Т. 112. – С. 31-34.
- [13] Mehnec A. et al. Quantum conductance in silicon oxide resistive memory devices //Scientific reports. – 2013. – Т. 3. – С. 2708.
- [14] Bagwell P. F., Orlando T. P. Landauer's conductance formula and its generalization to finite voltages //Physical Review B. – 1989. – Т. 40. – №. 3. – С. 1456.
- [15] Meiss J. D. Differential dynamical systems. – Siam, 2007. – Т. 14.
- [16] Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Курс теоретической физики. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) //М.: Физматлит. – 2004.

Жаңабаев З.Ж., Турлыкожаева Да.А., Усіпов Н.М.

**Нанокұрылымды шалаоткізгіштердегі бейсзық фракталдық өлшемінің динамикалық хаосы**

**Түйіндеме.** Бейсзық фракталдық тендеуінің көмегімен алынған кеуекті нанокұрылымдық қабыршактардың вольтамперлік сипаттамалары динамикалық хаос әдістерімен зерттелген. Белгілі хаостың пайда болуы, фракталдық өлшемділігімен бейсзық тендеуді сипаттайтын, тұрақсыздықпен зерттелген. Тұрақсыздықты сипаттау үшін Ляпунов көрсеткіші қолданылған. Сонымен қатар, хаос аймагы корреляциялық және сандық талдау әдістерінің көмегімен зерттелген.

**Түйін сөздер:** кеуекті кремний, нанокұрылым, фрактал, фракталдық өлшемділік, динамикалық хаос, тұрақтылық, корреляция.

УДК 539.3.539.374

**G.K. Tugelbayeva**

(Institute of Mechanics and Engineering named after U.A. Djoldasbekov,

Almaty, Kazakhstan,

Military Institute of Land Forces of the Ministry of Defense,

Almaty, Kazakhstan

E-mail: Gk0430@mail.ru)

**TENSED-DEFORMING CONDITION OF ELASTIC LAYER WITH CAVITY ON RIGID BASE**

**Abstract.** One of the aboveground and underground construction modern problems is record problems and pressure acting on bases. This is acute problem in the design and construction of large industrial buildings and military facilities that are under of statistical and dynamic strain. Movements during fluctuation and other impacts of large constructions and their bases, dynamic forces and stresses arising in them can cause deformation and damage, and lead to incorrect precipitation and foundation rolls.

As is known from practical life, shocks and vibrations in earthquakes can significantly affect the strength of the soil and foundation, therefore the construction lose stability and collapse.

In this regard, the base mechanical state study, the base parameters changes regularity detection allows qualitatively and quantify the effects of external forces in construction.

Our work aim is studying the waves spreading in the elastic layer with a cavity on a rigid base under the dynamic stress from the day surface.

This problem is solved by mechanical-mathematical modeling with application of the S.C. Godunov method of "discontinuity disintegration". This method application is effective for hyperbolic type quasi-linear systems equations numerical integration and gas dynamics wide range problems solution, as well as for other sections of continuous environment mechanics. This scheme presents a visual physical interpretation corresponding to the selection of a differential grid with averaged values of physical quantities. As a result of the interaction of two adjacent cells with different states, mass, pulse and energy flow through the common boundary of the cells. These flows quantities can be calculated by calculation the corresponding tasks of discontinuity disintegration.

**Key words:** Layer, elasticity, cavity, stress, wave, tensed-deforming condition, dynamics.

Г.К. Тугельбаева

(Институт механики и машиноведения имени академика У.А.Джолдасбекова КН МОН РК,  
Алматы, Республика Казахстан  
Военный институт Сухопутных войск МО РК,  
г. Алматы, Республика Казахстан  
E-mail: Gk0430@mail.ru)

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМЫЕ СОСТОЯНИЕ УПРУГОГО СЛОЯ С ПОЛОСТЬЮ НА ЖЕСТКОМ ОСНОВАНИИ

**Аннотация.** Одной из современных проблем строительство наземных и подземных сооружений является, проблемы учета и изменения нагрузок действующих на основания. Особенно остро это проблема стоит при проектировании и строительстве крупных промышленных зданий и военных объектов, строительные конструкции которых подвергаются ряду статистических и динамических нагрузок. Движения при колебаниях и других воздействиях крупных сооружений и их оснований, возникающие в них динамические силы и напряжения могут вызывать деформации и повреждения, приводить к неправильным осадкам и кренам фундамента.

Как известно из практической жизни, удары и колебания при землетрясениях могут существенно повлиять на прочность грунта и фундамента, тем самым сооружения теряют устойчивость и обрушаиваются.

В связи с этим изучения механического состояния основания, выявления закономерности изменения параметров основания, позволяют качественно и количественно оценивать влияния внешних сил при строительстве.

Целью нашей работы являются изучения распространения волн в упругом слое с полостью на жестком основании, при воздействии динамической нагрузки со стороны дневной поверхности.

Поставленная задача решается путем механико-математического моделирования с применением метода «распада разрыва» С.К.Годунова [1,2]. Применение этого метода эффективно для численного интегрирования квазилинейных систем уравнений гиперболического типа и для решения широкого круга задач газовой динамики, а также для других разделов механики сплошной среды. Эта схема допускает наглядную физическую интерпретацию, соответствующей выбором разностной сетки с усредненными значениями физических величин. В результате взаимодействия двух соседних ячеек с различными состояниями происходит «перетекания» массы, импульса и энергии через общую границу ячеек. Потоки этих величин могут быть вычислены посредством расчета соответствующих задач о распаде разрыва.

**Ключевые слова:** слой, упругость, полость, нагрузка, волна, напряженно-деформируемое состояние, динамика.

На упругий слой с полостью действует динамическая нагрузка при начальных и граничных условиях [3,4,5]:

$$u = v = \sigma_x = \sigma_y = \tau = 0; \quad \begin{cases} 0 \geq x \\ 0 \geq y \end{cases} \text{ при } t = 0; \quad \begin{cases} v = tBe^{-At} \\ u = 0; \end{cases} \text{ при } \begin{cases} n_{11} \leq x \leq n_{22}; \\ y = 0; \\ t \geq 0, \end{cases}$$

где  $A, B = const$ ;  $v, u$  – соответственно составляющие смещения частиц среды по осям  $x$  и  $y$ .

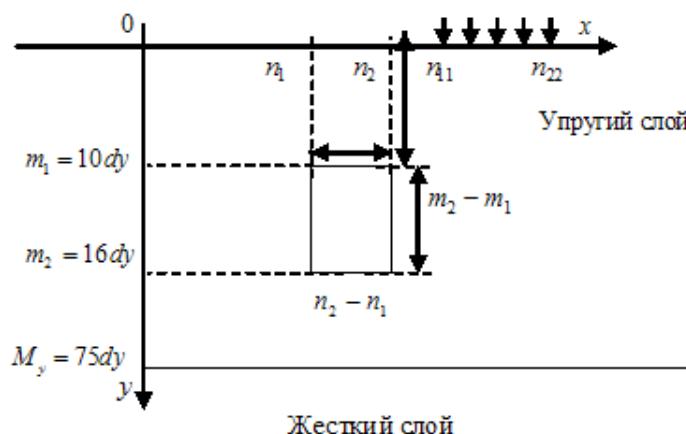


Рис. 1. Модель упругого слоя с полостью на жестком основании

Уравнения движения частиц упругого слоя:

$$\begin{cases} \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}; \\ \rho \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность упругого слоя;  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}$   $\tau_{xy}$  - соответственно составляющие напряжения.

Поведение упругого слоя описывается уравнениями закона Гука [6,7]:

$$\begin{cases} \sigma_{xx} = \rho \left[ a^2 \frac{\partial u}{\partial x} + (a^2 - 2b^2) \frac{\partial v}{\partial y} \right]; \\ \sigma_{yy} = \rho \left[ (a^2 - 2b^2) \frac{\partial u}{\partial x} + a^2 \frac{\partial v}{\partial y} \right]; \\ \tau_{xy} = \rho b^2 \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right), \end{cases} \quad (2)$$

где  $a, b$  - соответственно

продольные и поперечные скорости звука в упругом слое.

Полная система дифференциальных уравнений для упругой среды в безразмерном виде [8,9,10]:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y}; \\ \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial \tau}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y}; \\ \frac{\partial \sigma_x}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial x} + \left( 1 - \frac{2}{\gamma^2} \right) \frac{\partial v}{\partial y}; \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial t} = \left( 1 - \frac{2}{\gamma^2} \right) \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}; \\ \frac{\partial \tau}{\partial t} = \frac{1}{\gamma^2} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{1}{\gamma^2} \frac{\partial v}{\partial x}. \end{cases} \quad (3)$$

Систему дифференциальных уравнений (3) используя шаблон (рисунок 2) запишем в конечно-разностном виде. Для чего рассматриваемую среду разбиваем на элементарные ячейки с центральными точками  $n, m$  используя метод «распада разрыва» С.К.Годунова. Предположим, что в момент времени  $t_0$  все величины известны в центрах всех ячеек, тогда используя метод «распада разрыва» можем определить значения в граничных точках между ячейками  $n_1, n_2, m_1, m_2$  (рисунок 2) [11,12].

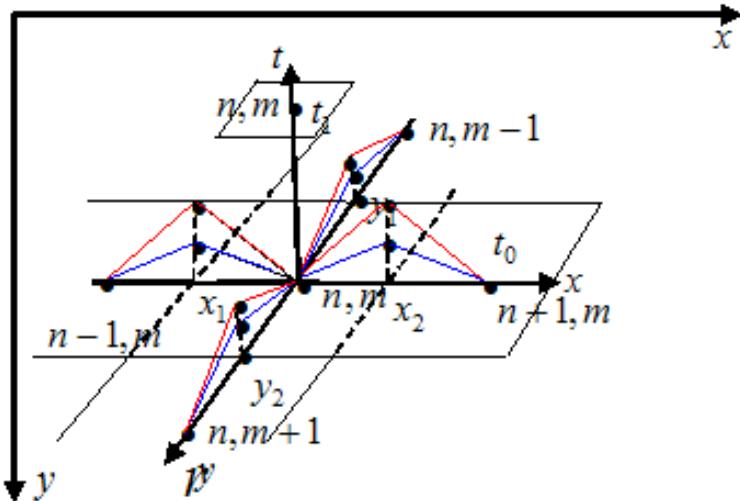


Рис. 2. Шаблон элементарной ячейки

Заменив производные их разностными отношениями согласно шаблону на рисунке 2, запишем систему дифференциальных уравнений (3) в конечно-разностном виде [13,14]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{u^{n,m} - u_{n,m}}{\Delta t} = \frac{\sigma_{xxn2} - \sigma_{xxn1}}{\Delta x} - \frac{\tau_{m2} - \tau_{m1}}{\Delta y}; \\ \frac{v^{n,m} - v_{n,m}}{\Delta t} = \frac{\tau_{n2} - \tau_{n1}}{\Delta x} + \frac{\sigma_{yym2} - \sigma_{yym1}}{\Delta y}; \\ \frac{\sigma_x^{n,m} - \sigma_{x,n,m}}{\Delta t} = \frac{u_{n2} - u_{n1}}{\Delta x} + \left(1 - \frac{2}{\gamma^2}\right) \frac{v_{m2} - v_{m1}}{\Delta y}; \\ \frac{\sigma_y^{n,m} - \sigma_{y,n,m}}{\Delta t} = \left(1 - \frac{2}{\gamma^2}\right) \frac{u_{n2} - u_{n1}}{\Delta x} + \frac{v_{m2} - v_{m1}}{\Delta y}; \\ \frac{\tau^{n,m} - \tau_{n,m}}{\Delta t} = \frac{1}{\gamma^2} \frac{u_{m2} - u_{m1}}{\Delta y} + \frac{1}{\gamma^2} \frac{v_{n2} - v_{n1}}{\Delta x}. \end{array} \right. \quad (4)$$

Расчет ведется последовательными шагами по времени. Если отдельный расчет одного шага вычисляются по определенным величинам напряжений в момент времени  $t_0$ , то последующие значения можно определять в момент времени  $t = t_0 + \Delta t$ , являющиеся постоянными в каждой ячейке. Значения величин  $u, v, \sigma_x, \sigma_y, \tau$  в момент времени  $t = t_0 + \Delta t$  обозначим посредством верхних индексов  $u^{n,m}$ ;  $v^{n,m}$ ;  $\sigma^{n,m}$ ;  $\tau^{n,m}$ , а соответствующие величины в момент времени  $t = t_0$  обозначим  $u_{n,m}$ ;  $v_{n,m}$ ;  $\sigma_{n,m}$ ;  $\tau_{n,m}$  [15].

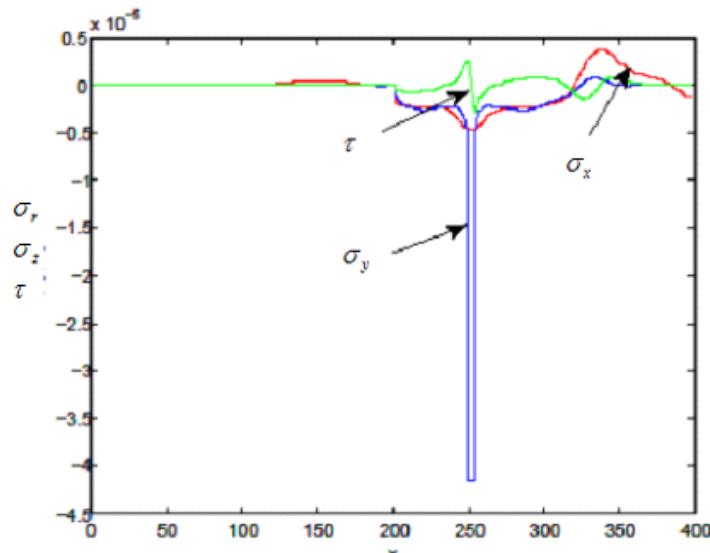
$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{xn1} = \frac{1}{2}(u_{n,m} - u_{n-1,m} + \sigma_{xn,m} + \sigma_{xn-1,m}); \\ u_{n1} = \frac{1}{2}(u_{n,m} + u_{n-1,m} + \sigma_{xn,m} - \sigma_{xn-1,m}); \\ v_{n1} = \frac{1}{2}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} - \tau_{n-1,m})); \\ \tau_{n1} = \frac{1}{2\gamma}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} + \tau_{n-1,m})) \\ v_{m1} = \frac{1}{2}(v_{n,m-1} + v_{n,m} + \sigma_{xn,m} - \sigma_{xn,m-1}); \\ \sigma_{ym1} = \frac{1}{2}(u_{n,m} - u_{n-1,m} + \sigma_{xn,m} + \sigma_{xn-1,m}); \\ v_{n1} = \frac{1}{2}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} - \tau_{n-1,m})); \\ \tau_{n1} = \frac{1}{2\gamma}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} + \tau_{n-1,m})) \end{array} \right\} \quad (a)$$

$$\left. \begin{array}{l} u_{n2} = \frac{1}{2}(u_{n+1,m} + u_{n,m} + \sigma_{xn+1,m} - \sigma_{xn,m}); \\ \sigma_{xn2} = \frac{1}{2}(u_{n+1,m} - u_{n,m} + \sigma_{xn+1,m} + \sigma_{xn,m}); \\ v_{n2} = \frac{1}{2}(v_{n+1,m} + v_{n,m} + \gamma(\tau_{n+1,m} - \tau_{n,m})); \\ \tau_{n2} = \frac{1}{2\gamma}(v_{n+1,m} + v_{n,m} + \gamma(\tau_{n+1,m} + \tau_{n1,m})) \\ u_{n1} = \frac{1}{2}(u_{n,m} + u_{n-1,m} + \sigma_{xn,m} - \sigma_{xn-1,m}); \\ \sigma_{xn1} = \frac{1}{2}(u_{n,m} - u_{n-1,m} + \sigma_{xn,m} + \sigma_{xn-1,m}); \\ v_{n1} = \frac{1}{2}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} - \tau_{n-1,m})); \\ \tau_{n1} = \frac{1}{2\gamma}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} + \tau_{n-1,m})) \end{array} \right\} \quad (b)$$

$$\left. \begin{array}{l} u_{n1} = \frac{1}{2}(u_{n,m} + u_{n-1,m} + \sigma_{xn,m} - \sigma_{xn-1,m}); \\ \sigma_{xn1} = \frac{1}{2}(u_{n,m} - u_{n-1,m} + \sigma_{xn,m} + \sigma_{xn-1,m}); \\ v_{n1} = \frac{1}{2}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} - \tau_{n-1,m})); \\ \tau_{n1} = \frac{1}{2\gamma}(v_{n,m} + v_{n-1,m} + \gamma(\tau_{n,m} + \tau_{n-1,m})) \end{array} \right\} \quad (c)$$

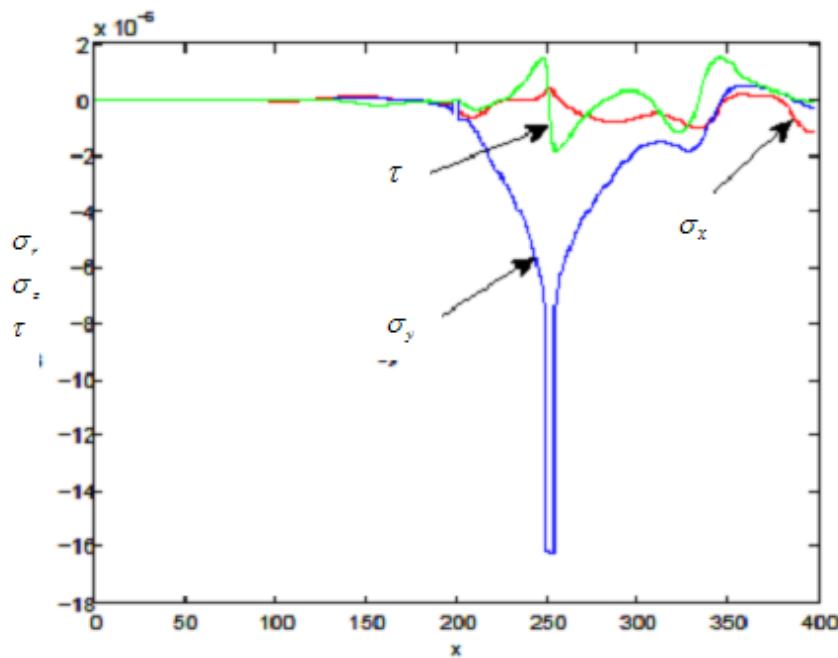
$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{r} \\ \sigma_{z} \\ \tau \end{array} \right. \quad (d)$$

Ниже приведены некоторые результаты решений системы уравнений (4) в виде графиков при входных данных  $\Delta x = dx = 0.005$ ;  $\Delta y = dy = 0.005$ ;  $n_1 = 198dx$ ;  $n_2 = 202dx$ ;  $n_{11} = 250dx$ ;  $n_{22} = 254dx$ ;  $M_y = 75dy$ ;  $\gamma = a/b > 1$ ;  $a = 6100 \frac{M}{сек}$ ;  $b = 3630 \frac{M}{сек}$ ;  $\gamma = 1.6804407$ ;  $\rho = 7600 \frac{\kappa\sigma}{M^3}$ ;  $v = kdtB \exp(-Akdt)$ ,  $A = 133.93335$ ;  $B = 0.1193379$ ;  $t = kdt$ ;  $dt = 0.0024888$ ;  $k = 1, 2, 3, \dots$ .



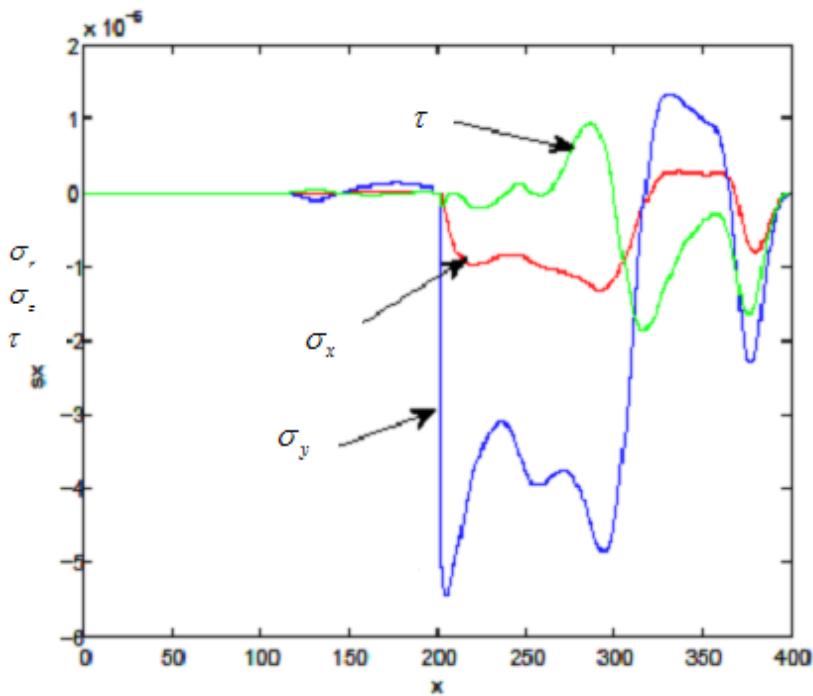
**Рис. 3.** Нормальные и касательные напряжения в зависимости от координат и времени при  $x = 1dx - 400dx$ ,  $y = 5dy$ ,  $t = 295dt$

На рисунке показаны изменения значения величин напряжений упругого слоя над полостью по оси  $x$ . На интервале действия внешней нагрузки  $x = 250dx - 254dx$  амплитуда нормального напряжения  $\sigma_y$  резко возрастает, что означает удар производится на свободной поверхности не над полостью. Так как волна распространяется на упругом слое значений нормального напряжения  $\sigma_x$  и касательного напряжения  $\tau$  на данном участке имеют небольшие амплитуды.



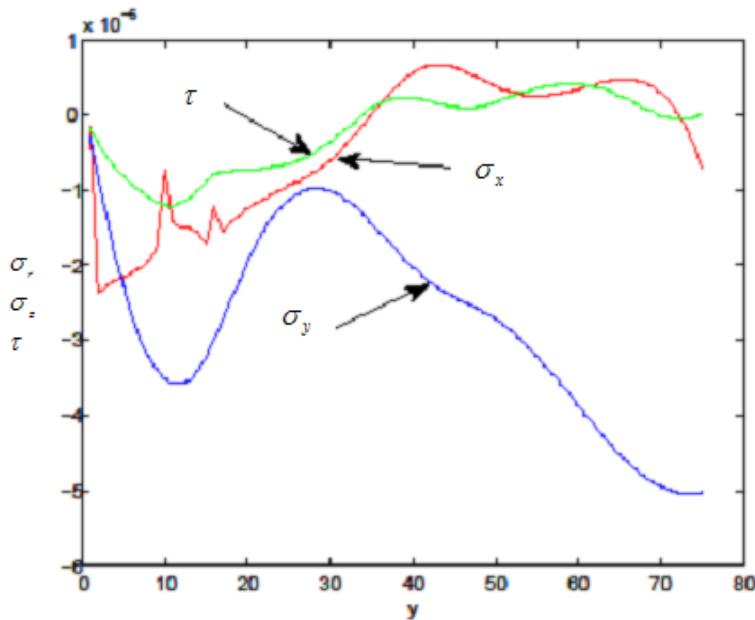
**Рис. 4.** Нормальные и касательные напряжения в зависимости от координат и времени при  $x = 1dx - 400dx$ ,  $y = 30dy$ ,  $t = 295dt$

На рисунке 4 описывается напряженно-деформируемое состояние упругого слоя под полостью, где значений напряжений 10 раз меньше чем значения напряжении над полостью.

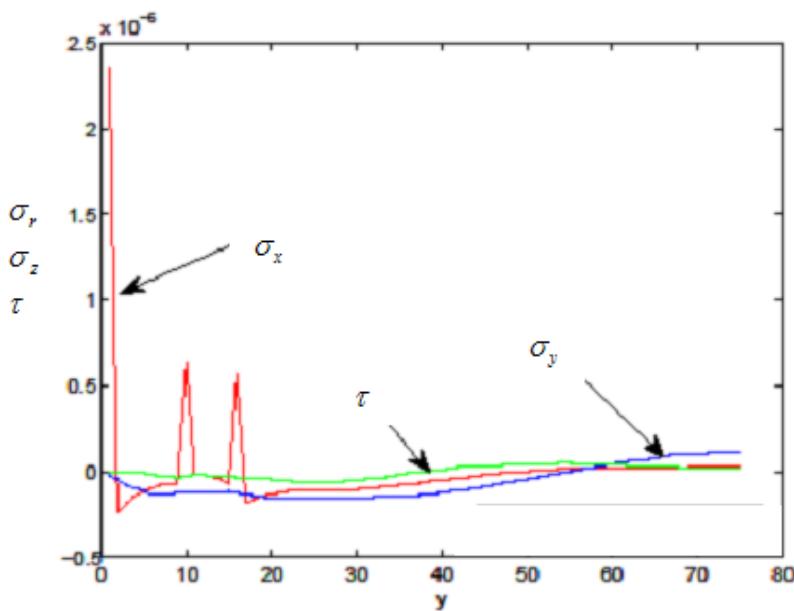


**Рис. 5.** Нормальные и касательные напряжения в зависимости от координат и времени при  $x = 1dx - 400dx$ ,  $y = 75dy$ ,  $t = 295dt$

На рисунке 5 даны значений напряжений на границе упругого слоя и жесткого основания. В этом случае волна распространяется без препятствий полости, кроме того на этом участке происходит наложения прямых и отраженных волн, что приводит возрастанию амплитудных значений напряжений на разы.



**Рис. 6.** Нормальные и касательные напряжения в зависимости от координат и времени при  $x = 210dx$ ,  $y = 1dy - 75dy$ ,  $t = 295dt$



**Рис. 7.** Нормальные и касательные напряжения в зависимости от координат и времени при  $x = 190dx$ ,  $y = 1dy - 75dy$ ,  $t = 295dt$

В рисунках 6 и 7 получены результаты изменения нормальных и касательных напряжений перед полостью и после полости. В графике 6 изменения значений напряжений своеобразно, так как на этом участке нет никаких препятствий, но заметно влияние отраженных волн. Нормальное напряжение  $\sigma_x$  в графике 7 изменяется скачкообразно, что объясняется наличием полости в упругом слое.

Исследовано волновое поле вокруг полости в упругом слое и на границе жестким основанием, возникающий под действием внешней нагрузки паралельной оси  $y$ .

Получено исходная система гиперболических уравнений в частных производных первого порядка относительно компонентов напряжений, найдены характеристические прямые линии и характеристические соотношения на них.

Проведен анализ волнового поля в зависимости от вида задаваемой нагрузки. Сравнение колебаний свободной поверхности упругого слоя и границы его с жестким основанием показаны на графиках, построенных в виде зависимости напряжений от координат и времени.

Анализ результатов расчета полученных физических параметров слоя и, в частности на свободной поверхности, подтверждают о том, что распространения волн быстрее ослабевает. Из анализа результатов, можно увидеть, какие части полости привержены к более сильным нагрузкам.

Полученные результаты соответствуют физике процесса, что свидетельствует о правильно выбранной методике исследования, построенной модели и его реализации.

Работа выполнена при поддержке гранта финансирования по научным проектам № АР05134403.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Годунов С.К. Вычислительная математика и математическая физика. Москва: Наука, 1961. - 1050 с.
- [2] Годунов С.К. разностный метод численного расчета разрывных решений уравнений гидродинамики. Математический сборник. Москва: Наука, 1959. - №3. – 359 с.
- [3] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование волновых полей в полупространстве с цилиндрическими полостями расположенных перпендикулярно дневной поверхности / Коллективная монография «Итоги науки» серия «Избранные труды IX-ый Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки» – Москва (Россия), 2014г. – 313 с.
- [4] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование волновых полей в полупространстве с цилиндрическими полостями расположенных перпендикулярно дневной поверхности //Материалы IX Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки. Россия. Непряхино, 2014. – Т. 4. - С. 157.
- [5] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Волновое поле в упруго-вязкопластическом в четверти пространства с полостью при действии динамической нагрузки // Международная научно-практическая конференция «Механика и строительство транспортных сооружений», посвященной 80-летию заслуженного деятеля науки и техники Казахстана, академика НАН РК Айталиева Ш. М. - Алматы, 2015. – С. 234-237.
- [6] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследования геодинамического поля в упругой четверти пространства с полостью, вызванного действием нагрузки // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. Россия, г.Новосибирск, 2015г. - Т. 4. - №2. - С. 39-44.
- [7] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Определение напряженно – деформируемого состояния упругого полупространства с полостью при воздействии динамической нагрузки // Сборник материалов международной научно – практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве» - Алматы, 2016г., том I - С. 114-119.
- [8] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Исследование волновых полей геодинамики в четверти пространства с полостью // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. Россия, г. Новосибирск, 2017г. - Т. 4. - №2. - С. 118-122.
- [9] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К., Сарсенов Б.Ш. Распространение упругих и упруго-вязкопластических волн в слоистых полупространствах с полостью. Монография. Военный институт Сухопутных войск. Институт механики и машиноведения им. академика У.А.Джолдасбекова. Алматы, 2017. - 292 с.
- [10] Ж.К.Масанов, Ж.Т.Кожабеков, Г.К. Тугельбаева. Исследование распространения волн в упругом массиве четверти пространства с полостью // Вестник. Международный научных семинар «Актуальные проблемы инженерной механики» посвященный 95-леию академика АН КазССР, доктора технических наук профессора, Заслуженного деятеля науки Казахстана Ж.С.Ержанова. г.Алматы, 2017г. - № 1-2. – С. 26-30 .
- [11] Сейтмуратов А., Ергалауова З., Махамбаева И., Бексейтова А. (2018) Осесимметричные задачи колебания упругого слоя ограниченные жесткими или деформируемыми границами // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы, 2018г. - №1. – С. 127-135.
- [12] Massanov Zh.K., Baimkhan R.B., Kozhabekov Zh.T., Tugelbayeva G.K., Madaliyev T.B., Abdraimov E.S. Wave spreading in resilient viscous-plastic layer with cavity on the rigid base // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы, 2020. - №1(439). – С. 56-64.
- [13] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Распространение волн в слоистом полупространстве с полостью // Труды XII Всероссийского съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Россия. г.Уфа. 2019г. Т. 3. – С. 134-136.
- [14] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Распространение волн в упруго-вязкопластическом слое с полостью, лежащем на упругом основании // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – Новосибирск. – 2019. – Т. 6, №1. – С. 34-44.
- [15] Масанов Ж.К., Кожабеков Ж.Т., Тугельбаева Г.К. Распространения волны на упруго-вязкопластическом слое с полостью на упругом основании // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы, 2019г. –№4. – С. 62-69.

Тугельбаева Г.К.

**Қатты негіздегі қуысы бар серпімді қабаттың кернеулі-деформациялық күйі**

**Түйіндеме.** Жерустіндегі және жерастындағы құрылыштарды салуды қазіргі замандағы қыннадатыны мәселелерінің бірі бұл құрылыштың негізіне түсетін жүктемені есептеу және женілдегі амалдарын қарастыру болып табылады. Әсіреле шешу ірі өнеркәсіптік ғимараттарын, әскери нысандарын және құрылыш конструкцияларын жобалау және салу кезінде, оларға бірқатар статистикалық және динамикалық жүктемелер әсер ететінін ескерсе онайға сокпайды. Ирі құрылыштарды және олардың іргітастарын динамикалық күштер әсерінен туындастырын тербелмелі қозғалыстар және кернеулер әр-түрлі деформациялануға және турлі закымдарға алып келеді, соңдықтан олар ауытқуы және қысайтуы мүмкін.

Өмір практикасынан белгілі жерсілкінің кезінде тербелістер мен соккылардың әсері топырақ пен іргетасқа айтартылғанда ықпал етуі мүмкін, соның салдарынан құрылыштар тұрақтылығын жоғалтып құлапта жатады.

Құрылыштың негізін зерттеу, оның жұмысы барысында сыртқы күштердің әсерінен пайда болатын механикалық жайын және оны сипаттайтын шамалардың өзгеру зандылықтарының құрылыш негізінән әсерін саплы және санды бағалауға мүмкіндік береді.

Біздің жұмыстың мақсаты бет жағынан әсер етерін динамикалық жүктеменің әсінен пайда болған толқындардың қатты негіздегі қуысы бар серпімді қабаттындағы таралуын зерттеу болып табылады.

Карастырып отырған есепті механика-математикалық модельдеу арқылы С.К.Годуновтың ыдырау үзілу әдісін қолдана отырып шешуге болады [1,2]. Бұл әдісті қолдану гиперболалық типті квази-сызықтық тендеулер жүйесін сандық интегралдауға және газ динамикасының мәселелерін кең ауқымды шешуге, сондай-ақ тұтас орта механикасының басқа да тарауларын қолдануға тиімді. Бұл сұба ұшықтар айырымдарына сәйкес физикалық шамалардың орташа мәндерін физикалық түрғыдан түсіндіруге ынғайлы. Ұяшықтарды сипаттайтын шамалары әр-түрлі екі көршілес ұяшықтардың әсерлесу нәтижесінде ортақ шекара арқылы массаның, импульстің және энергияның жылжыуы пайда болады. Бұл шамалардың ағыны сәйкес келетін ыдырау үзілу әсептерінің көмегімен анықтауға болады.

**Түйін сөздер:** қабат, серпімділік, қуыс, жүктеме, толқын, керненулі-деформациялық күй, динамика.

УДК 378

**A.A. Baimurzina, S.M. Lutsak**

(M. Kozybayev North Kazakhstan State University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan.

E-mail: sveta\_lutsak@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA SUPPORT FOR CLASSES  
IN THE SECTION «DISCRETE MATHEMATICS»**

**Abstract.** This article discusses the developed specialized multimedia support of the course of lectures and practical classes on the section "Discrete mathematics" on the discipline "Mathematical logic and discrete mathematics" in Russian and English in Microsoft PowerPoint. The authors of the work prepared 20 slide albums: 5 slide albums to accompany lectures and 5 slide albums to accompany practical classes in Russian; respectively, 5 slide albums for lectures and 5 slide albums for practical classes in English. The total number of slides is 188. The creation of the presentation consisted of three stages: planning the presentation, developing the presentation, rehearsing the presentation. The developed multimedia support of classes can be used in the educational process during classes, for independent work, as well as by students studying with the use of DET. Conducting classes using multimedia technologies increases the effectiveness of pedagogical activity of the teacher, allows to improve the quality of formed knowledge, skills and acquired professional competencies of students.

**Key words.** Multimedia technologies, multimedia support of classes, discrete mathematics, educational process, lecture, practical class.

**А.А. Баймурзина, С.М. Луцак**

(Северо-Казахстанский государственный университет имени М.Козыбаяева, Петропавловск,  
Республика Казахстан. E-mail: sveta\_lutsak@mail.ru)

**РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ  
ПО РАЗДЕЛУ «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА»**

**Аннотация.** В настоящей статье рассматривается разработанное специализированное мультимедийное сопровождение курса лекционных и практических занятий по разделу «Дискретная математика» по дисциплине «Математическая логика и дискретная математика» на русском и английском языках в Microsoft PowerPoint. Авторами работы подготовлены 20 альбомов слайдов: 5 альбомов слайдов для сопровождения лекционных занятий и 5 альбомов слайдов для сопровождения практических занятий на русском языке; соответственно, 5

альбомов слайдов для лекционных занятий и 5 альбомов слайдов для практических занятий на английском языке. Общее количество слайдов – 188. Создание презентации состояло из трех этапов: планирование презентации, разработка презентации, репетиция презентации. Разработанное мультимедийное сопровождение занятий может быть использовано в учебном процессе при проведении занятий, для самостоятельной работы, а также студентами, обучающимися с применением ДОТ. Проведение занятий с использованием технологий мультимедиа повышает эффективность педагогической деятельности преподавателя, позволяет улучшить качество формируемых знаний, умений и навыков и приобретаемых профессиональных компетенций обучающихся.

**Ключевые слова.** Мультимедиа-технологии, мультимедийное сопровождение занятий, дискретная математика, образовательный процесс, лекция, практическое занятие.

### Введение

Мультимедийные технологии стали неотъемлемой частью современной образовательной системы. Они обогащают процесс обучения, позволяют сделать обучение более эффективным, вовлекая в процесс восприятия учебной информации большинство чувственных компонент обучаемого. Активное применение мультимедиа-технологий в учебном процессе делает его более продуктивным и интересным. Мультимедиа-технологии открывают принципиально новые методические подходы в системе образования. Сочетание новых разработок с проверенными технологиями дает повышенный коэффициент отдачи. Модернизация методов обучения, расширение применения мультимедийных технологий в образовании позволяет создать совершенно новую высшую школу, значительно увеличить эффективность занятий и индивидуализировать процесс получения знаний [1].

Сегодня принцип многоязычия является приоритетным направлением в образовании Казахстана. Определены роль и место полиязычного обучения, принципы создания современной эффективной системы управления полиязычным образованием. Напомним, что планомерный переход к обучению на казахском, русском и английском языках осуществляется в рамках реализации 79-го шага Плана Нации «100 шагов» и Государственной программы развития образования и науки на 2016 – 2019 годы. Первый Президент Казахстана – Елбасы Н.А. Назарбаев еще в 2004 году отмечал: «Я неоднократно говорил и не побоюсь повториться: новое поколение казахстанцев я хотел бы видеть трехъязычным – свободно владеющим казахским, русским, английским языками. В этом – один из залогов конкурентоспособности государства, экономики и нации» [2]. В 2007 году в Послании народу Казахстана «Новый Казахстан в новом мире» Н.А. Назарбаев предложил начать поэтапную реализацию культурного проекта **«Триединство языков»**, согласно которому необходимо развитие трех языков: казахского как государственного, русского как языка межнационального общения и английского как языка успешной интеграции в глобальную экономику: «Казахстан должен восприниматься во всем мире как высокообразованная страна, население которой пользуется тремя языками» [3]. Эксперимент по обучению на трех языках был инициирован в 2007 году. В настоящее время Дорожной картой на 2015 – 2020 годы определены меры поэтапного внедрения трехъязычного обучения на всех уровнях образования.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью разработки специализированного мультимедийного сопровождения занятий по дисциплине «Математическая логика и дискретная математика», которое повысит эффективность усвоения учебного материала, улучшит качество формируемых знаний, умений и навыков и приобретаемых профессиональных компетенций обучающихся. Проводимое исследование соответствует современным образовательным тенденциям.

Целью исследования является разработка мультимедийного сопровождения занятий по дисциплине «Математическая логика и дискретная математика» по разделу «Дискретная математика» для студентов специальностей «Математика», «Информатика», «Математика-Информатика», «Информационные системы».

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач:

– подбор, изучение, анализ, обобщение, систематизация материалов (научной, учебной, учебно-методической литературы, материалов Интернет) по теме исследования;

– изучение и анализ рабочей учебной программы, учебно-методического комплекса дисциплины «Математическая логика и дискретная математика» для студентов указанных выше специальностей, в том числе тематики и содержания лекционных и практических занятий;

– подготовка качественного перевода рабочей учебной программы, курсов лекционных и практических занятий на английский язык, составление русско-английского и англо-русского словарей специальных терминов;

– проведение необходимой подготовительной работы (выбор программной среды, изучение ее возможностей, продумывание содержания и наименования слайдов, их последовательности, количества) и создание мультимедийного сопровождения лекционных и практических занятий на русском и английском языках по дисциплине «Математическая логика и дискретная математика» по разделу «Дискретная математика»;

– проведение педагогического исследования с целью выявления эффективности использования созданного мультимедийного сопровождения при изучении дисциплины «Математическая логика и дискретная математика».

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанное специализированное мультимедийное сопровождение может быть рекомендовано к использованию преподавателями кафедры «Математика и информатика» Северо-Казахстанского государственного университета имени М. Козыбаева при проведении занятий по дисциплине «Математическая логика и дискретная математика» для студентов специальностей «Математика», «Информатика», «Математика-Информатика», «Информационные системы» (на русском и английском языках) и обучающимся при подготовке к занятиям, текущим и рубежным контролям, при изучении материала. Предложенное в данной работе мультимедийное сопровождение занятий будет полезно и студентам, обучающимся по данным специальностям с применением дистанционных образовательных технологий. Созданное мультимедийное сопровождение может быть легко модифицировано, дополнено, изменено с учетом требований времени (актуальности) и постоянного обновления содержания образования.

Мультимедиа – это взаимодействие визуальных и аудиоэффектов под управлением интерактивного программного обеспечения с использованием современных технических и программных средств, они объединяют текст, звук, графику, фото, видео в одном цифровом представлении [4].

Положительный эффект от использования в образовательном процессе современных образовательных технологий, в том числе мультимедиа-технологий сегодня очевиден многим, потому, что они позволяют [5]:

- активизировать познавательную деятельность обучающихся и не только в аудиторное время;
- выстраивать индивидуальный образовательный маршрут для каждого обучающегося, реализовать на практике принципы личностно-ориентированного, дифференцированного и индивидуализированного обучения;
- наполнять уроки новым содержанием, расширять образовательное пространство вокруг обучающихся;
- формировать элементы информационной культуры у студентов, совершенствовать их информационную компетентность.

Благодаря доступности средств создания мультимедийного сопровождения, большого их выбора, использование в практике преподавания мультимедийного сопровождения должно получить широкое распространение, поскольку его применение является весьма эффективным при формировании и закреплении знаний, умений и навыков обучающегося и выполняют роль педагогического инструмента, позволяющего повысить качество образовательного процесса.

### Методы

Для решения поставленных задач были применены методы теоретического характера (анализ учебной и научной литературы [1-20] и др.) и практические (методология разработки мультимедийных сопровождений занятий и др.). На основе изучения и анализа концепции создания мультимедийных сопровождений [6], преимуществ их использования, существующих сопровождений-аналогов, определен выбор средств и выбрана методика разработки.

В практике современного преподавания основным средством при создании мультимедиа является программа Microsoft PowerPoint. Процесс создания презентации в Microsoft PowerPoint прост, а возможности поистине безграничны. Microsoft PowerPoint – программа подготовки и просмотра презентаций, являющаяся частью Microsoft Office и доступная для операционных систем Microsoft Windows и macOS, а также для мобильных платформ Android и iOS [7].

Презентация – это набор цветных картинок-слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата. Мультимедийная презентация – программный продукт, который может содержать текстовые материалы, фотографии, рисунки, слайд-шоу, звуковое оформление и дикторское сопровождение, видеофрагменты и анимацию, трехмерную графику [10].

Рассмотрим структуру презентации к занятию [12].

## • Физико-математические науки

---

– Титульный лист. Первый слайд содержит название дисциплины, темы занятия, информацию об авторе презентации, образовательном учреждении, дате разработки. В сокращенном виде эту информацию можно представить также на колониттулах следующих слайдов.

– План (оглавление, содержание). Записаны основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены на занятии.

– Введение, в котором представлены цели и задачи изучения темы, краткая характеристика содержания. В качестве введения может быть представлен эпиграф, над которым педагог предлагает поразмыслять обучающимся.

– Основное содержание материала, причем каждый вопрос, обозначенный в плане, должен выделяться листом с заголовком раздела.

– Резюме, выводы. Выводы должны быть выражены ясно и лаконично на отдельном слайде.

– Глоссарий терминов.

– Система контроля знаний (вопросы и задания для самопроверки).

– Список литературы по теме для обучающихся.

– Информация о домашнем задании и теме следующего занятия.

Приведем основные правила разработки мультимедийных презентаций [14].

– Оптимальный объем. Выбор оптимального объема презентации очень важен и зависит от цели, для которой она создается, от предполагаемого способа ее использования, от возраста обучающихся. Чем старше обучающиеся, тем больше количество слайдов. В любом случае педагог должен ориентироваться на реальные возможности восприятия учебной группы и соответствующим образом корректировать презентации.

– Минимум текстовой информации. В презентациях желательно свести текстовую информацию к минимуму, заменив ее схемами, диаграммами, рисунками, фотографиями, анимацией, фрагментами фильмов. Известно, что глаз и мозг способны работать в двух режимах: в режиме быстрого панорамного обзора с помощью периферийного зрения и в режиме медленного восприятия детальной информации с помощью центрального зрения. Следовательно, когда человек читает текст, да еще с экрана компьютера, мозг работает в замедленном режиме. Если же информация представлена в графическом виде, то глаз переключается во второй режим, и мозг работает быстрее.

– Один слайд – одна мысль. Убедительными бывают презентации, в которых на одном слайде дается тезис и несколько его доказательств. Правило: не более трех мелких фактов на слайде и не более одного важного.

– Небольшое количество материала на одном слайде. Профессионалы по разработке презентаций советуют использовать на слайде не более тридцати слов и пяти пунктов списка.

– Занимательность, юмор. Включение (без ущерба научному содержанию) в презентацию смешных картинок, героев фильмов оживляет занятие, создает положительный эмоциональный настрой, что способствует лучшему усвоению материала и более прочному запоминанию.

– Параллельный список. Если на слайде расположен список, его необходимо делать параллельным: первые слова в начале каждой строки должны стоять в одной и той же форме (падеже, роде, спряжении и т. д.).

– Крупный шрифт. Размер шрифта – не менее 18 пт. Каждый присутствующий, не напрягая зрения, должен увидеть текст из любого места аудитории.

– Гармоничные цветовые сочетания и эстетичность в оформлении слайдов. Нежелательно использование слишком ярких и утомительных цветов, использование в дизайне более 3 цветов (цвет текста, цвет фона, цвет заголовка или выделения); использование темного фона со светлым текстом.

– Выдержанность, единство стиля.

– Минимум анимации и эффектов. Не перегружайте слайды лишними деталями (не увлекайтесь анимацией). Анимацию следует использовать только с целью привлечения внимания обучающихся к основным, ключевым моментам объяснения. Не забывайте, что звуковые и визуальные эффекты не должны отвлекать внимание обучающихся от основной (важной) информации.

Цель педагога – говорить, объяснять, растолковывать. Презентация же должна максимально помогать ему в этом, и готовить ее надо, именно исходя из данного тезиса. Живое общение, психологический контакт с аудиторией, наличие обратной связи, диалогичность, эвристическая беседа – те элементы вузовской лекции, которые может убить неправильно преподносимая студентам мультимедийная презентация. Педагог должен вести внимательное наблюдение за воспринимающей

мультимедиа аудиторией и корректировать свои презентации в соответствии с замеченными особенностями восприятия, с психологическими и возрастными особенностями обучающихся. Преподаватель должен быть психологом, и реализовывать свои психологические наблюдения в ходе подготовки любого дидактического материала, в том числе мультимедийных презентаций к занятиям.

На сегодняшний день у большинства презентации ассоциируются с программой Microsoft PowerPoint. Конечно, есть и альтернативы: ACDSee, ранние версии CorelDraw, различные программные продукты Ulead, Macromedia Flash и др. Однако при создании мультимедийных презентаций к учебным занятиям все перечисленные программы не могут составить реальную конкуренцию Microsoft PowerPoint по следующим причинам: широчайшие возможности (работа с текстом и изображениями, возможность вставки видео и аудиофрагментов, анимация); интуитивно-понятный интерфейс (научиться работе с программой можно без учебников, а просто потратив несколько часов и понажимав на разные кнопки – результаты внесенных изменений будут сразу же заметны); универсальность (созданная презентация будет проигрываться практически на любом компьютере).

### Результаты

Создание презентации состоит из трех этапов. Первый этап – это планирование презентации: определение целей, формирование структуры, подбор основной и дополнительной информации, планирование выступления, определение структуры презентации, подготовка заключения. Второй этап – разработка презентации: это подготовка слайдов презентации, включая содержание и соотношение текстовой и графической информации. Третий этап – это репетиция презентации, состоящая из проверки и отладки созданной презентации.

Авторами настоящей работы создано мультимедийное сопровождение курса лекционных и практических занятий по разделу «Дискретная математика» по дисциплине «Математическая логика и дискретная математика» (на русском и английском языках) в Microsoft PowerPoint. Подготовлены 20 альбомов слайдов: 5 альбомов слайдов для сопровождения лекционных занятий и 5 альбомов слайдов для сопровождения практических занятий на русском языке; соответственно, 5 альбомов слайдов для лекционных занятий и 5 альбомов слайдов для практических занятий на английском языке. Общее количество слайдов – 188. На основании анализа содержания лекционных и практических занятий выполнено распределение материала по слайдам, продуманы наименование и наполнение каждого слайда, распределение материала на слайде, последовательность и количество слайдов по каждому занятию.

Рассмотрим в качестве примера один из созданных альбомов слайдов на русском и на английском языках. Альбом слайдов «Лекционное занятие 11. Элементарные булевы функции и их свойства. Суперпозиция булевых функций. Способы задания булевых функций. Двойственная булева функция» состоит из 12 слайдов. Распределение информации на слайдах следующее.

Слайд 1. Лекционное занятие 11. Элементарные булевы функции и их свойства. Суперпозиция булевых функций. Способы задания булевых функций. Двойственная булева функция.

Слайд 2. План лекционного занятия:

- определение булевой функции;
- способы задания булевых функций;
- элементарные булевые функции и их свойства.

Слайд 3. Булевой функцией от  $n$  переменных  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  называется произвольное отображение вида  $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}$ .

Областью определения булевой функции от  $n$  переменных  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  является множество  $\{0,1\}^n$  – множество векторов, компоненты которых принимают значения 0; 1.

Областью значений булевой функции от  $n$  переменных  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  является множество  $\{0,1\}$  – множество, состоящее из двух элементов 0 и 1.

Слайд 4. Способы задания булевых функций:

- вербальный (словесный);
- аналитический (в виде формулы);
- табличный (в виде таблицы истинности);
- вектором значений;
- графический (контактные схемы, схемы из функциональных элементов).

## • Физико-математические науки

Слайд 5. Элементарные булевые функции от одной переменной представлены в таблице 1.

Таблица 1. Элементарные булевые функции от одной переменной

Значение переменной $x$	Обозначение и название функции			
	$f_1(x) = x$	$f_2(x) = \bar{x}$	$f_3(x) = 0$	$f_4(x) = 1$
	Тождественная	Отрицание	Константа «ноль»	Константа «один»
0	0	1	0	1
1	1	0	0	1

Слайд 6. Элементарные булевые функции от 2-х переменных приведены в таблице 2.

Таблица 2. Элементарные булевые функции от двух переменных

$x_1$	$x_2$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1

$x_1$	$x_2$	$f_9$	$f_{10}$	$f_{11}$	$f_{12}$	$f_{13}$	$f_{14}$	$f_{15}$	$f_{16}$
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Слайд 7. Определение. Пусть функция  $f$  определена на  $E^n$ , а функции  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$  – соответственно на  $E^{k_1}, E^{k_2}, E^{k_3}, \dots, E^{k_n}$ . Тогда функция  $g(x_1, \dots, x_k) = f(f_1, \dots, f_n)$  называется суперпозицией функций  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$  и  $f$ .

Определение. Булевые функции  $f_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$  и  $f_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$  называются равными, если одинаковым наборам значений их переменных соответствуют одинаковые значения функций. Обозначение:  $f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Слайд 8. Свойства элементарных булевых функций.

Коммутативность:  $x_1 * x_2 = x_2 * x_1$ .

Ассоциативность:  $(x_1 * x_2) * x_3 = x_1 * (x_2 * x_3)$ .

Дистрибутивность:  $(x_1 \vee x_2) \wedge x_3 = x_1 \wedge x_3 \vee x_2 \wedge x_3$ ,

$x_1 \wedge x_2 \vee x_3 = (x_1 \vee x_3) \wedge (x_2 \vee x_3)$ .

Слайд 9. Свойства элементарных булевых функций.

Закон двойного отрицания:  $\overline{\overline{x}} = x$ .

Законы де Моргана:  $\overline{x_1 \wedge x_2} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2}$ ,  $\overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x_1} \wedge \overline{x_2}$ .

Законы исключения импликации и эквиваленции:  $x_1 \rightarrow x_2 = \overline{x_1} \vee x_2$ ,

$x_1 \leftrightarrow x_2 = (x_1 \rightarrow x_2) \wedge (x_2 \rightarrow x_1)$ .

Слайд 10: Двойственная булева функция.

Определение. Пусть  $f(x_1, \dots, x_n)$  – произвольная булева функция. Функция

$f^*(x_1, \dots, x_n) = \overline{f(\overline{x}_1, \dots, \overline{x}_n)}$  называется двойственной к функции  $f(x_1, \dots, x_n)$ .

Слайд 11. Контрольные вопросы по теме.

Слайд 12. Интеллект-карта темы.

*Альбом слайдов «Lecture class 11. Elementary Boolean functions and their properties. Superpositions of Boolean functions. Methods of specifying Boolean functions. Dual Boolean function»* состоит из 12 слайдов.

Слайд 1. Lecture class 11. Elementary Boolean functions and their properties. Superpositions of Boolean functions. Methods of specifying Boolean functions. Dual Boolean function.

Слайд 2. Plan of the lecture class:

- definition of the Boolean function;
- methods for specifying Boolean functions;
- elementary Boolean functions and their properties.

Слайд 3. Boolean function  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  of  $n$  variables is an arbitrary mapping of the form  $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}$ .

The domain of a Boolean function  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  of  $n$  variables is a set  $\{0,1\}^n$  – a set of vectors whose components take values 0; 1.

The values of a Boolean function  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  of  $n$  variables is a set  $\{0,1\}$  – a set consisting of two elements 0 and 1.

Слайд 4. Methods of specifying Boolean functions:

- verbal;
- analytical (as a formula);
- tabular (in the form of truth table);
- the vector of values;
- graphic (contact scheme, scheme of functional elements).

Слайд 5. Elementary Boolean functions of one variable are presented in table 3.

Таблица 3. Elementary Boolean functions of one variable

The value of the variable $x$	The symbol and the name of the function			
	$f_1(x) = x$	$f_2(x) = \bar{x}$	$f_3(x) = 0$	$f_4(x) = 1$
	Identical	Negation	Constant «zero»	Constant «one»
0	0	1	0	1
1	1	0	0	1

Слайд 6. Elementary Boolean functions of one variable are presented in table 4.

Таблица 4. Elementary Boolean functions of two variables

$x_1$	$x_2$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1

$x_1$	$x_2$	$f_9$	$f_{10}$	$f_{11}$	$f_{12}$	$f_{13}$	$f_{14}$	$f_{15}$	$f_{16}$
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Слайд 7. Definition. Let a function  $f$  be defined on  $E^n$  and functions  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$  – respectively on  $E^{k_1}, E^{k_2}, E^{k_3}, \dots, E^{k_n}$ . Then a function  $g(x_1, \dots, x_n) = f(f_1, \dots, f_n)$  is called a superposition of functions  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$  and  $f$ .

Definition. Boolean functions  $f_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$  and  $f_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$  are called equal if the same sets of values of the variables correspond to the same value functions.

Слайд 8. Properties of elementary Boolean functions.

Commutative:  $x_1 * x_2 = x_2 * x_1$ .

Associativity:  $(x_1 * x_2) * x_3 = x_1 * (x_2 * x_3)$ .

Distributivity:  $(x_1 \vee x_2) \wedge x_3 = x_1 \wedge x_3 \vee x_2 \wedge x_3$ ,  $x_1 \wedge x_2 \vee x_3 = (x_1 \vee x_3) \wedge (x_2 \vee x_3)$ .

Слайд 9. Properties of elementary Boolean functions.

Law of double negation:  $\overline{\overline{x}} = x$ .

De Morgan's laws:  $\overline{x_1 \wedge x_2} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2}$ ,  $\overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x_1} \wedge \overline{x_2}$ .

Exclusion laws of implication and equivalence:  $x_1 \rightarrow x_2 = \overline{x_1} \vee x_2$ ,

$x_1 \leftrightarrow x_2 = (x_1 \rightarrow x_2) \wedge (x_2 \rightarrow x_1)$ .

Слайд 10. Dual Boolean function.

Definition. Let be  $f(x_1, \dots, x_n)$  an arbitrary Boolean function. A function  $f^*(x_1, \dots, x_n) = \overline{f(\overline{x}_1, \dots, \overline{x}_n)}$  is called dual to a function  $f(x_1, \dots, x_n)$ .

Слайд 11. Control questions on the topic.

Слайд 12. Mind-map of the theme.

Разработанные слайды ввиду имеющихся ограничений на объем статьи мы не приводим. Отметим только, что была проделана большая работа, а именно, подбор материала, его разбиение по слайдам, наполнение и распределение материала на каждом слайде, определение последовательности и количества слайдов по каждому занятию, основных и вспомогательных слайдов, оформление слайдов.

### Обсуждение

Использование возможностей информационно-коммуникационных технологий для активного обучения студентов – неотъемлемая часть стратегии модернизации и повышения качества подготовки специалистов в системе высшего профессионального образования. Актуальность использования мультимедийного оборудования в процессе обучения в вузе сегодня не вызывает сомнения как со стороны преподавателей, так и со стороны студенческой аудитории. Грамотное использование современных технических средств в учебном процессе позволяет сделать подачу информации более интересной, запоминающейся и наглядной в демонстрационном плане.

Проведение лекций с использованием технологий мультимедиа повышает эффективность педагогической деятельности преподавателя, т. к. изложение лекционного материала приобретает визуальную динамичность, убедительность, эмоциональность. Объем и качество усвоения студентами учебного материала значительно увеличивается, появляется мотивация к изучению дисциплины, активизируется учебно-познавательная деятельность.

Предложенное мультимедийное сопровождение предполагает следующий вариант проведения занятий. Преподаватель читает лекцию, используя соответствующий определенной теме альбом слайдов. При этом внимание обучающихся периодически переключается на доску. Преподаватель формулирует определения, свойства, алгоритмы, теоремы и т.п., которые дублируются на слайдах; на доске же выполняется разбор примеров, задач, иллюстрирующих изучаемые понятия. При этом обучающиеся активно вовлекаются в учебный процесс. Рекомендуется применять элементы активных и интерактивных методов обучения. Каждое занятие предполагается завершать построением интеллект-карты. Интеллект-карта (mind map, известная также как майнд-карта, карта мыслей и ментальная карта) – это аналитический инструмент, который может применяться с самыми разными целями: чтобы генерировать идеи, конспектировать лекции, запоминать большие объемы информации, планировать ход работы и многое другое.

При проведении занятий на английском языке могут возникнуть трудности, связанные с пониманием учебного материала; в этой связи были созданы англо-русский и русско-английский словари специальных терминов по разделу «Дискретная математика».

Отметим также, что разработанное мультимедийное сопровождение занятий может быть легко модифицировано, дополнено новыми слайдами. Имеется возможность добавления различных уместных анимационных эффектов. К примеру, при выводе на одном слайде двух или более определений, теорем, формул, желательно их выводить не сразу, а последовательно. Разработанное сопровождение может быть дополнено слайдами, содержащими примеры решения задач, иллюстрирующих изучаемые определения, свойства, теоремы и алгоритмы. Возможно добавление слайдов, содержащих решения задач, предлагаемых на практических занятиях; слайдов, содержащих примерные варианты составления интеллект-карт по соответствующим темам, и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Авраамова О.Д. Мультимедиа-компоненты виртуальных миров. – М.: Логос, 2001. – 105 с.
- [2] Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана «К конкурентоспособному Казахстану, конкурентоспособной экономике, конкурентоспособной нации». – [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses\\_of\\_president/poslanie-prezidenta-respublik-i-kazakhstan-n-a-nazarbaeva-narodu-kazakhstana-19-mart-2004-g\\_1342416361](http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respublik-i-kazakhstan-n-a-nazarbaeva-narodu-kazakhstana-19-mart-2004-g_1342416361) (дата обращения: 07.06.2019).
- [3] Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана «Новый Казахстан в новом мире». – [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses\\_of\\_president/poslanie-prezidenta-respublik-i-kazakhstan-n-nazarbaeva-narodu-kazakhstana-28-fevralya-2007-g](http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respublik-i-kazakhstan-n-nazarbaeva-narodu-kazakhstana-28-fevralya-2007-g) (дата обращения: 07.06.2019).
- [4] Андреев А.А. Введение в Интернет-образование. – М.: Логос, 2003. – 102 с.
- [5] Андреев А.А. Педагогика высшей школы. –М.: РХТУ, 2002. – 264 с.
- [6] Анисимова Н.С. Теоретические основы и методология использования мультимедийных технологий в обучении. – М.: Питер, 2002. – 200 с.
- [7] Баканов В.М. Программирование мультимедиа-систем. – М.: МГАПИ, 2004. – 124 с.
- [8] Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров. – М.: Воронеж, 2002. – 352 с.
- [9] Бочков А.Л. Графика и мультимедиа для Web. – СПб.: СПбГИТМО, 2002. – 40 с.
- [10] Гордеева И.В. Эффективность использования PowerPoint в учебном процессе: аргументы proetcontra // Педагогика и современность. – 2014. – №4. – С. 79-82.
- [11] Гречихин А.А. Типология, стандартизация, компьютеризация. – М.: Логос МГУ, 2000. – 255 с.
- [12] Емелина Л.П. Мультимедийные презентации – одна из форм инновационных технологий в исследовательской работе студентов // Педагогика и современность. – 2010. – № 7. – С. 27 – 29.
- [13] Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании. – М.: Академия, 2003. – 188 с.
- [14] Зеленин А.В. «Компьютерные презентации с использованием мультимедиа технологий». – [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.knowledge.ru/tgpu/resouces/zelenin/html\\_doc/doc08/doc08index.html](http://www.knowledge.ru/tgpu/resouces/zelenin/html_doc/doc08/doc08index.html) (дата обращения: 30.05.2019).
- [15] Красильников И.В. Применение мультимедиа-технологий в ВУЗе. – М.: РХТУ, 2007. – 114 с.
- [16] Красильников Н.Н. Мультимедиа-технологии в информационных системах. – СПб.: СПбГУАП, 2004. – 68 с.
- [17] Кручинина Г.А. Новые информационные технологии в учебном процессе // Мультимедийные обучающие программы. – 2000. – № 2. – С. 35-36.
- [18] Крылова М.Н. Мультимедийные лекции по русскому языку и культуре речи в техническом вузе // Психолого-педагогические исследования качества образования в условиях инновационной деятельности образовательного учреждения. – 2008. – №3. – С. 73-76.
- [19] Крылова М.Н. Творческие проектные задания как способ формирования профессиональных компетенций будущих бакалавров профессионального образования // Современная педагогика. – 2014. – № 3. – С. 27 – 29.
- [20] Малаховская В.В. Мультимедийные презентации: преимущества и недостатки, этапы создания, практическое применение // Современная педагогика. – 2013. – № 7. – С. 64-83.

Баймурзина А.А., Луцак С.М.

"Дискреттік математика" болімі бойынша сабактарға мультимедиялық сүйемелдеуді әзірлеу

**Түйіндеме.** Microsoft PowerPoint-те орыс және ағылшын тілдерінде "Математикалық логика және дискреттік математика" пәні бойынша "Дискреттік математика" болімі бойынша дәріс және практикалық сабактар курсын арнайы мультимедиялық сүйемелдеу жасалды. Құрылған сабактарды мультимедиялық сүйемелдеу оқу үрдісінде, өзіндік жұмыс үшін, сондай-ақ ҚБТ қолдана отырып білім алғышын студенттер үшін қолданылуы мүмкін.

**Түйін сөздер.** Мультимедиа-технологиялар, сабактарды мультимедиялық сүйемелдеу, дискреттік математика, білім беру процесі, дәріс, практикалық сабак.

Баймурзина А.А., Лутсак С.М.

**Разработка мультимедийного сопровождения занятий по разделу «Дискретная математика»**

**Резюме.** Разработано специализированное мультимедийное сопровождение курса лекционных и практических занятий по разделу «Дискретная математика» по дисциплине «Математическая логика и дискретная математика» на русском и английском языках в Microsoft PowerPoint. Созданное мультимедийное сопровождение занятий может быть использовано в учебном процессе при проведении занятий, для самостоятельной работы, а также студентами, обучающимися с применением ДОТ.

**Ключевые слова.** Мультимедиа-технологии, мультимедийное сопровождение занятий, дискретная математика, образовательный процесс, лекция, практическое занятие.

Baimurzina A.A., Lutsak S.M.

**Development of multimedia support for classes in the section «Discrete mathematics»**

**Summary.** The specialized multimedia support of the course of lectures and practical classes on the section "Discrete mathematics" on the discipline "Mathematical logic and discrete mathematics" in Russian and English in Microsoft PowerPoint is developed. The created multimedia support of classes can be used in the educational process during classes, for independent work, as well as by students studying with the use of DET.

**Key words.** Multimedia technologies, multimedia support of classes, discrete mathematics, educational process, lecture, practical class.

UDC 004.415

**<sup>1</sup>G.Z. KAZIYEV, <sup>2</sup>A.A. TAURBEKOVA, <sup>2</sup>K.ZH.DOSHTAEV**

(<sup>1</sup>Almaty University of Energy and Communications, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>KAZATK named after M. Tynyshpayev Almaty, Kazakhstan

E-mail: kaziev\_galim@mail.ru , ainura\_071@mail.ru, kuntu@inbox.ru )

**ANALYSIS OF ALGORITHMS FOR SOLUTION OF BLOCK-SYMMETRIC PROBLEMS**

**Abstract.** The paper considers the analysis of algorithms for solving block-symmetric problems. The analysis is verified by a numerical example. Depending on the definition of the minimum element in the matrices of the direction of the search for solutions, an accelerated and accurate algorithm for solving problems is identified.

**Key words:** basic algorithm, direction matrix, minimal element, solution, resulting matrix, objective function value, row (column) of the matrix, logical addition.

**<sup>1</sup>Г.З. Казиев, <sup>2</sup>А.А. Таурбекова, <sup>2</sup>К.Ж. Доштаев**

(<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы

<sup>2</sup>КазАТК им.М.Тынышпаева г. Алматы, Казахстан

**АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ БЛОЧНО-СИММЕТРИЧНЫХ ЗАДАЧ.**

**Аннотация.** В работе рассматривается анализ алгоритмов решения блочно-симметричных задач. Анализ проверен на численном примере. В зависимости от определения минимального элемента в матрицах направления поиска решений выделены ускоренный и точный алгоритм решения задач.

**Ключевые слова:** базовый алгоритм, матрица направления, минимальный элемент, решение, результирующая матрица, значение целевой функции, строка (столбец) матрицы, логическое сложение.

Анализ алгоритмов решения блочно-симметричных задач.

1. Алгоритм. Базовый алгоритм решения блочно-симметричных задач состоит из следующих основных операции [1,2];

- 1) Выбор базиса решения на исходной матрице W;
- 2) Построение матрицы направления поиска решения X;
- 3) Определение минимального элемента в матрице направления;
- 4) Формирование решения X;
- 5) Построение матрицы направления поиска решения Y;
- 6) Определение минимального элемента в матрице направления поиска решения Y;
- 7) Формирования решения Y;
- 8) Определение матрицы Z и значения целевой функции σ (Z);

2. Анализ алгоритмов решения блочно-симметричных задач.

Анализ алгоритмов удобно провести на конкретном примере.

Пусть задана исходная матрица W

i	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
2	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	
3	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	
4	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
5	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	
6	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
7	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	
8	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	

Исходная матрица W

Строим матрицу направления поиска решения X путем логического сложения базисных и небазисных строк матрицы W.

	1	2	3
4	1*	1	1
5	1	0*	1
6	1	1	1*
7	0*	0	0
8	1	1*	1

Матрица направления  
поиска решения X

i	j	1	2	3
1		1	0	0
2		0	1	0
3		0	0	1
4		1	0	0
5		0	1	0
6		0	0	1
7		1	0	0
8		0	1	0

Решение X

В результате получаем промежуточную матрицу

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
3	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1

Промежуточная матрица  $\pi$

Построим матрицу направления поиска решения Y

	1	2	3
4	0*	2	0
5	0	1	0*
6	0*	2	0*
7	0	2	0*
8	0*	2	0
9	0	1	0*
10	0*	2	0

Матрица направления  
поиска решения Y

	1	2	3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	1	0	0
5	0	0	1
6	1	0	0
7	0	0	1
8	1	0	0
9	0	0	1
10	1	0	0

Формирование решения Y

## • Физико-математические науки

В результате формируется матрица решения.

	1	2	3
1	1	0	1
2	1	1	1
3	1	0	1

Результирующая матрица Z  
значение условной функции  
 $\sigma(Z)=7$

Алгоритм, определяющий минимальный элемент в матрице направления поиска решения построчно, определим как ускоренный алгоритм.

Рассмотрим другой алгоритм поиска решения.

Рассмотрим матрицу направления поиска решения X

	1	2	3
4	1	1	1
5	1	0*	1
6	1	1	1
7	0*	0	0
8	1	1	1

	1	2	3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	0	0
5	0	1	0
6	0	0	0
7	1	0	0
8	0	0	0

Матрица направления  
поиска решения X

Частичное решение X

Поиск минимального элемента осуществляется по всей матрице направления поиска и формируется частичное решение матрицы X. При этом получим следующую промежуточную матрицу.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
3	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
4	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
6	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
8	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0

Промежуточная матрица

Построим матрицу направления с промежуточными данными.

	1	2	3
4	1*	1	1
6	1	1*	1
8	1	1	1*

	1	2	3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	1	0	0
5	0	1	0
6	0	1	0
7	1	0	0
8	0	0	1

Матрица направления  
поиска решения X

Частичное решение X

Промежуточная матрица  $\pi$  имеет вид

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1

Промежуточная матрица  $\pi$

Построим матрицу направления поиска решения  $Y$ .

	1	2	3
4	0*	2	0
5	0	1	0*
6	0*	1	0
7	0	1	0*
8	0*	2	0
9	0	1	0*
10	0*	2	0

Матрица направления поиска решения  $Y$

	1	2	3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	1	0	0
5	0	0	1
6	1	0	0
7	0	0	1
8	1	0	0
9	0	0	1
10	1	0	0

Матрица решения  $Y$

Сформируем результирующую матрицу

＼	1	2	3
1	1	0	1
2	1	1	1
3	1	0	1

Результирующая матрица  $Z$

значение условной функции  
 $\sigma(Z)=7$

Алгоритм, определяющий минимальный элемент по всей матрице направления поиска решения, определим как точный алгоритм при заданном базисе.

Таким образом существует два подхода к построению алгоритма решения блочно - симметричных задач.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Казиев Г.З. Блочно-симметричные модели и методы постановки и решения задач дискретного программирования // Вестник инженерной академии РК № 2 (10). –Алматы, 2000. -С.55-59
- [2] Казиев Г.З., Сатибекова А.О., Набиева Г.С., Оспанова С.Б. Эффективный алгоритм решения блочно-симметричных задач // Вестник КазНТУ имени К.И. Сатпаева –Алматы, 2003. №37/38 С.310-315
- [3] Сигал И.Х. Параметризация приближенных алгоритмов решения некоторых классов задач дискретной оптимизации большой размерности// Известия РАН. Теория и системы управления.-2002.-№6.-С.63-72.
- [4] Сигал И.Х., Алгоритмы решения задач коммивояжера большой размерности// В кн.: «Комбинированные методы и алгоритмы решения задач дискретной оптимизации большой размерности». – М.: Наука, 2000.С.295-317.
- [5] Казиев Г.З. Модели и методы разграничения доступа к информационным ресурсам. // Труды II Международной научно-технической конференции «Информатизация общества», ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Астана, 2010, С.419-422.
- [6] Малюгин В.Д. Реализация булевых функций арифметическими полиномами// Автоматика и телемеханика. -1982. -№4.-С.73.

Қазиев Ф.З., Таурбекова А.Ә., Доштаев К.Ж.

**Блокты-симметриялы есепті шешу алгоритміне талдау жүргізу**

**Түйіндеме.** Мақалада блок-симметриялы есептерді шешу алгоритмдерін талдау қарастырылған. Талдау сандық мысалмен тексеріледі. Шешімдерді іздеу бағыты матрицаларында минималды элементтің анықталуына байланысты есептерді шешудің жеделдетілген және нақты алгоритмі анықталады.

**Түйін сөздер:** негізгі алгоритм, бағыт матрицасы, минималды элемент, шешім, алынған матрица, объективті функция мәні, матрицың жолы (баған), логикалық қосымша.

УДК 502.52

**B. Yedilbayev, A. Brener, A. Shokanova, G. Anarbekova, A. Abylkasymova**  
(Higher School of Business and Economics, Al-Farabi KazNU, Almaty, Kazakhstan  
E-mail:b.t.yedilbayev@gmail.com)

**MATHEMATICAL MODELING OF TRENDS IN  
THE DYNAMICS OF PRODUCTION SYSTEMS**

**Abstract.** The main source of harmful substances in the exhaust gases of a car is the engine. Fuel consumption and exhaust emissions while the vehicle is in motion depends on the mode of operation of the engine, the driver and the road conditions. Mathematical models based on a deeper level of physical description of ecological systems are necessary for reliable analysis and prediction of the ecological situation and determination of optimal modes of operation of vehicles. The paper deals with new mathematical models for forecasting trend of ecologic-economic systems on the base of balance relations and logistic equations. It is shown that both non-monotonous and non-smooth behaviour of ecologic-economic systems can be described by the help of linear relaxation models with delaying arguments.

**Key Words:** Dynamic processes, Ecologic-economic model, Ecologic risk, Relaxation phenomena, Time delay.

**<sup>1</sup>Б.Т. Едилбаев, <sup>2</sup>А.М. Бренер, <sup>3</sup>А.Ш. Шоканова, <sup>4</sup>Г.Д. Анарбекова, <sup>5</sup>А.Е. Абылқасымова**

(<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный университет имени О.Ауэзова,

<sup>3</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая,

<sup>4</sup>Казахский национальный аграрный университет,

<sup>5</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕНДОВ ДИНАМИКИ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

**Аннотация:** Главным источником вредных веществ отработавших газов автомобиля является двигатель. Расход топлива и выбросы отработавших газов во время движения автомобиля зависят от режима работы двигателя, водителем и дорожными условиями. Для достоверного анализа и прогноза экологической обстановки и определения оптимальных режимов эксплуатации автотранспорта необходимы математические модели, основанные на более глубоком уровне физического описания экологических систем. Работа касается новых математических моделей для того, чтобы предсказать тенденцию экологических экономических систем на основе отношений баланса и логистических уравнений. Показано, что и немонотонное и негладкое поведение эколого-экономических систем может быть описано с помощью линейных моделей расслабления с задерживающимися аргументами.

**Ключевые слова:** Эколого-экономическая модель, Динамические процессы, Экологический риск, явления расслабления, Временная задержка.

**1 Введение**

Город с экологической точки зрения представляет сложную среду обитания человека, включающую природную и антропогенную субсистемы. Первую составляют атмосфера, литосфера, гидросфера и биосфера, а во вторую входят следующие подсистемы: производственные, градостроительные и инфраструктурные.

Степень экологичности города зависит от соотношения природных и антропогенных субсистем. Однако оно подается качественной оценке. Для объективной оценки следует использовать количественные данные, которые обычно являются исходными данными при проектировании и

застройке городов и поселений. Согласно СНиП РК 3.01-01-2002 [1] города подразделяются на селитебную, производственную и ландшафтно – рекреационную территории.

Картина динамических процессов в эколого-экономических системах очень сложна. Не будет также преувеличением, если сказать, что даже правильное утверждение проблемы для математических эколого-экономических систем моделирования, как правило, действительно невозможна. Но в любом случае, для анализа и прогноза эколого-экономической ситуации, а также для определения оптимальных режимов действия индустриального оборудования нам необходимы математические модели, основанные на определенном уровне нашего понимания системы динамики [1, 2].

Из этого следует, что мы можем завершить целесообразность развития упрощенных моделей, которые отразили бы главную регулярность системы динамики. Это особенно важно для уменьшения расхода, как для предыдущих экспериментальных исследований, так и для того, чтобы удалить последствия плохих решений. В этой статье мы представляем некоторые модели для того, чтобы предсказать тенденцию эколого-экономической системы на основе отношений баланса и логистических уравнений.

Давайте рассмотрим открытую индустриальную систему и введем следующие обозначения.

$M$  - вещества и поток энергии от выпускной ёмкости в систему;

$Q$  - вещества и поток энергии от системы;

$P$  - поток целевых продуктов;

$G$  - поток промышленных отходов.

## 2 Балансово логистическая модель

Следует рассмотреть балансово логистическую модель на основе следующих гипотез.

1. Увеличение затрат произведенной в индустриальной системе, пропорционально норме целевого производства.

2. Поток веществ от системы пропорционален потоку отходов. Оно включает естественные потоки распространения веществ и энергии и правильных процессов удаления веществ от подобной системы.

Таким образом, мы можем написать следующую систему динамических уравнений:

$$\frac{dG}{dt} = kP - \alpha G, \quad (1)$$

$$\frac{dP}{dt} = \beta_0 M - \beta_1 G. \quad (2)$$

Данные коэффициенты имеют следующие значения.

$k$  коэффициент интенсивности определения отходов как функция потока целевых продуктов, и этот коэффициент зависит от используемой технологии,

$\alpha$  коэффициент, определяющий степень использования отходов,

$\beta_0$  коэффициент определения интенсивности преобразования сырья, этот коэффициент также зависит от используемой технологии,

$\beta_1$  коэффициент, определяющий обратную связь в системе, то есть зависимость интенсивности целевого производства на потоке промышленных отходов.

Можно легко получить от (1), (2) условие стабильности системы под постоянным потоком  $M$ :

$$P_0 = \frac{\alpha\beta_0}{k\beta_1}, \quad (3)$$

$$G_0 = \frac{\beta_0 M}{\beta_1}. \quad (4)$$

Давайте исследуем стабильность остальных пунктов системы (3), (4). С этой целью мы вводим небольшое изменение хода [2,3]:

$$P = P_0 + z_1, \quad (5)$$

$$G = G_0 + z_2. \quad (6)$$

Характерное уравнение для встревоженной системы читает

$$\lambda^2 + \alpha\lambda + k\beta_1 = 0. \quad (7)$$

При условии высокой интенсивности использования отходов система остается в точке равновесия устойчивого типа узла:

$$\alpha \geq 2\sqrt{k\beta_1}. \quad (8)$$

Если неравенство (8) не выполнено:

$$\alpha < 2\sqrt{k\beta_1}, \quad (9)$$

тогда у точки равновесия (3), (4) есть устойчивый спиральный тип. Таким образом, мы можем наблюдать колебания демпфирования целевых продуктов и потратить впустую потоки.

$$P = P_0 + \tilde{P} \exp\left(-\frac{\alpha}{2}t\right) \cos(\omega t), \quad (10)$$

$$G = G_0 + \tilde{G} \exp\left(-\frac{\alpha}{2}t\right) \cos(\omega t + \Delta\phi), \quad (11)$$

где

$$\omega = \frac{\sqrt{|\alpha^2 - 4k\beta_1|}}{2}, \quad (12)$$

и  $\tilde{P}$ ,  $\tilde{G}$  амплитуды волнений.

Характерный период этих колебаний может быть оценен следующим образом

$$T \approx \frac{1}{\omega} = \frac{2}{\sqrt{|\alpha^2 - 4k\beta_1|}} \quad (13)$$

Не смотря на то, что эти колебания теоретически затихают, они могут быть причиной других динамических процессов или даже катастрофическим феноменом [3]. Это может случиться, если период затихания (13) достаточен для побуждения необратимых изменений в структурной системе [3, 4].

Давайте представим теперь возможные подходы к моделированию трендов производственных систем с учетом феномена разрядки экономического или экологического характера.

Давайте  $P_0$  будет требуемое целевого продукта на рынке насыщения.

Без учета экологического фактора наипростейшую динамичную модель целевого продукта можно выразить так

$$\frac{dP}{dt} = \alpha(P_0 - P). \quad (14)$$

Экологический риск играет роль факторов снижающих интенсивность продукции. В простом случае мы попытаемся приблизить это снижение как отношение, которое пропорционально некоторым функциям целевого продукта  $\Phi(P)$ . Соответствующая динамичная модель будет выглядеть так:

$$\frac{dP}{dt} = \alpha(P_0 - P) - \beta\Phi(P), \quad (15)$$

где  $\beta$  коэффициент определяющий интенсивность экологического риска.

Давайте представим характерное время разрядки  $\tau$  от накопленных в системе выбросов. Таким образом, в пределах линейной модели мы предлагаем следующее динамичное уравнение с временной задержкой

$$\frac{dP}{dt} = \alpha(P_0 - P) - \beta P(t - \tau). \quad (16)$$

На начальном этапе с продолжительностью  $0 \leq t \leq \tau$  мы можем наблюдать увеличение интенсивности продукта как влияние экологического риска показанного не так давно:

$$P(t) = f(t). \quad (17)$$

В интервале  $(n-1)\tau \leq t \leq n\tau$  давайте функция  $P(t)$  будет

$$P(t) = F(t). \quad (18)$$

Таким образом, мы получаем

$$P = P_0 + [F(n\tau) - P_0] \exp(\alpha(n\tau - t)) + \dots \quad (19)$$

$$+ \beta \exp(-\alpha t) \int_{n\tau}^t \exp(\alpha s) F(s - n\tau) ds$$

Особенно, если на начальном периоде мы имеем  $0 \leq t \leq \tau$  линейное увеличение интенсивности

$$P(t) = kt, \quad (20)$$

на другом этапе  $\tau \leq t \leq 2\tau$  мы получим

$$P = P_0 + \frac{\beta k}{\alpha} (\tau - t) + \frac{\beta k}{\alpha^2} - \left( P_0 + \frac{\beta k}{\alpha^2} - k\tau \right) \exp(\alpha(\tau - t)). \quad (21)$$

При отсутствии экологического риска остальная форма очевидна и она соответствует рынку насыщения:

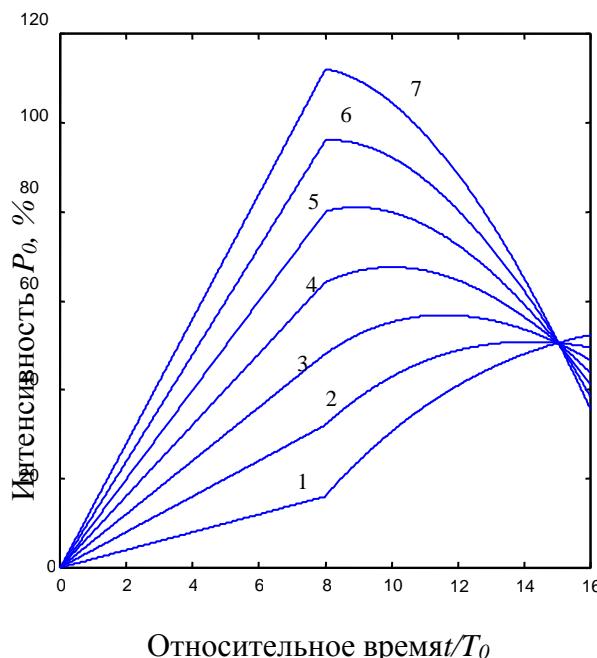
$$P_s = P_0. \quad (22)$$

Однако эта форма может быть достигнута только на лимите  $t \rightarrow \infty$ .

Под влиянием экологического риска возможность существования асимптотического состояния покоя требует специальные исследования. Состояние покоя в таком случае это предел для того чтобы выполнить следующую разницу в пределах  $\tau \rightarrow 0$  or  $t \rightarrow \infty$ :

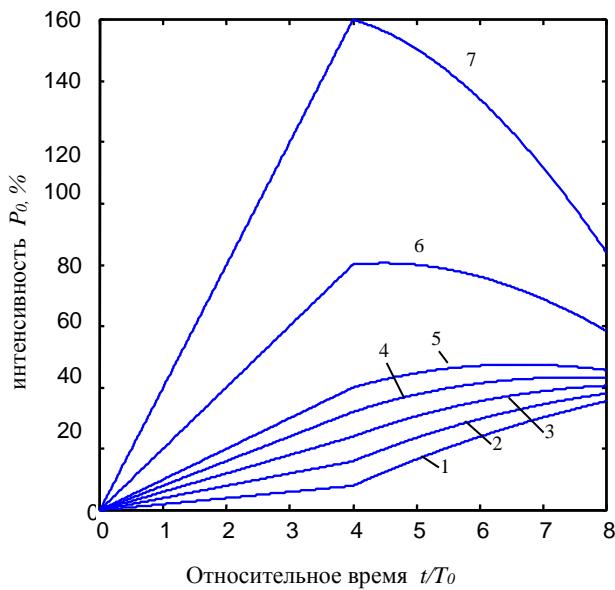
$$P_s \leq P_0 \frac{\alpha}{\alpha + \beta}. \quad (23)$$

Цифры 1, 2 и 3 показывают некоторые результаты численного эксперимента на начальном периоде “быстрого ускорения” с продолжительностью  $2\tau$  и с еще большим длительным временем интервалов под различным временем разгрузки.



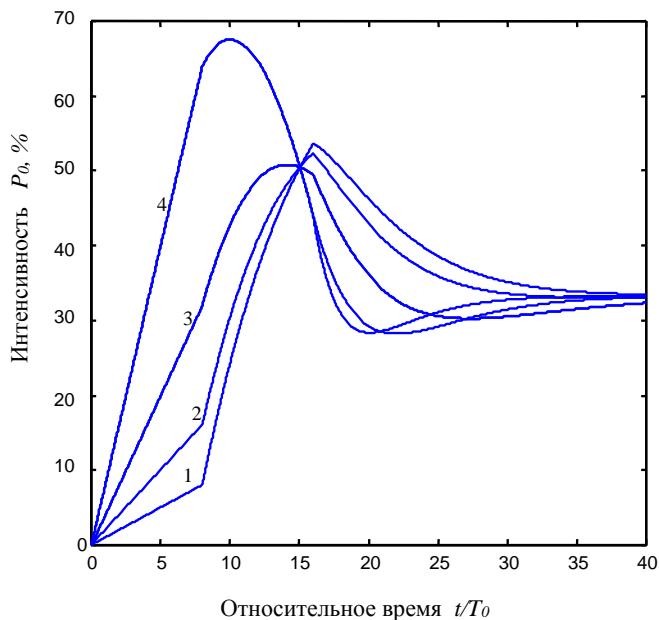
1-  $k = 2$ ; 2-  $k = 4$ ; 3-  $k = 6$ ; 4-  $k = 8$ ; 5-  $k = 10$ ; 6-  $k = 12$ ; 7-  $k = 14$ .  $\tau = 4$

Цифра 1- Динамика интенсивности продукта в начальный период (до двух периодов быстрого ускорения) [5]



1-  $k = 2$ ; 2-  $k = 4$ ; 3-  $k = 6$ ; 4-  $k = 8$ ; 5-  $k = 10$ ; 6-  $k = 12$ ; 7-  $k = 14$ .  $\tau = 8$

Цифра 2- Динамика интенсивности продукта в начальный период (до двух периодов быстрого ускорения) [6]



1-  $k = 2$ ; 2-  $k = 4$ ; 3-  $k = 6$ ;

4-  $k = 8$ .  $\tau = 8$

Цифра 3- Динамика интенсивности продукта на длительном периоде[7]

Во время подсчетов интенсивность продукта калибруется в процентном соотношении целевого продукта на рынке насыщения  $P_0$ . Продолжительность цикла продукции была выбрана как единица измерения времени. Анализ численных экспериментов позволяет нам сделать следующие выводы.

Во-первых, при высшей оценке скоростного коэффициента в период продолжительности 4 продуктивных циклов, затем, после этого периода, мы наблюдаем спад продукта, который

объясняется влиянием экологических факторов и необходимое превышение емкости рынка. Этот эффект становится наиболее значимым в случае значительного времени релаксации  $\tau$ . Однако, стабильность наступит в любом случае.

### 3 Два производства - соперники на общем рынке

Теперь давайте представим модель генерализации для двух производств, которые соперничают на общем рынке

Модель системы читается:

$$\begin{cases} \frac{dP_1}{dt} = \alpha_1(P_0 - P_1 - P_2) - \beta_1 P_1(t - \tau_1), \\ \frac{dP_2}{dt} = \alpha_2(P_0 - P_1 - P_2) - \beta_2 P_2(t - \tau_2). \end{cases} \quad (24)$$

Здесь:

$P_1$  и  $P_2$  интенсивность целевой продукции на первом и втором производстве;

$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  коэффициенты, относящиеся к интенсивности обоих производств, зависящих от использованной технологии;

$\beta_1$  и  $\beta_2$  коэффициенты, относящиеся к интенсивности экологических рисков для каждого производства;

$\tau_1$  и  $\tau_2$  время релаксации для каждого производства.

Основное решение получаем без вычисления появления экологического риска, как показано ниже

$$\begin{cases} P_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} P_0 (1 - \exp(-(\alpha_1 + \alpha_2)t)), \\ P_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} P_0 (1 - \exp(-(\alpha_1 + \alpha_2)t)). \end{cases} \quad (25)$$

Допустим, на начальной стадии релаксации  $0 \leq t \leq \tau$  у нас есть линейная возрастающую интенсивность продукта для обоих производств

На интервале  $0 \leq t \leq \tau_1$

$$P_1(t) = k_1 t, \quad (26)$$

На интервале  $0 \leq t \leq \tau_2$

$$P_2(t) = k_2 t. \quad (27)$$

Для определенности мы предположим  $\tau_1 \leq \tau_2$  и, учитывая два временных интервала на начальном этапе процесса производства

$$0 \leq t \leq \tau_1, \quad (28)$$

$$\tau_1 \leq t \leq \tau_2. \quad (29)$$

После перегруппировки проблема уменьшается до динамической стабилизации только лишь для первого производства. Однако, динамика поведения системы зависит от соотношения времени релаксации. [8-10]

Давайте  $s$  будет основанием соотношения времени релаксации:

$$s = [\tau_2 / \tau_1]. \quad (30)$$

Таким образом, основное решение на временном этапе (8) можно записать аналогично (19).

А именно, давайте на интервале

$$(n-1)\tau_1 \leq t \leq n\tau_1, \text{ где } n \leq (s-1), \quad (31)$$

функция  $P_1(t)$  читается

$$P_1(t) = F_1(t). \quad (32)$$

На исходном интервале  $n\tau_1 \leq t \leq (n+1)\tau_1$  мы ищем решение первого уравнения (9) по форме

$$P_1 = P_0 + A \exp(-\alpha_1 t), \quad (33)$$

Где функция  $A$  может быть найдена по формуле

$$\frac{dA}{dt} = -\exp(\alpha_1 t)(\beta_1 F_1(t - n\tau_1) + \alpha_1 k_2 t). \quad (4)$$

Как результат мы получаем

$$\begin{aligned} P_1 &= P_0 + [F_1(n\tau_1) - P_0] \exp(\alpha_1(n\tau_1 - t)) - \\ &- \beta_1 \exp(-\alpha_1 t) \int_{n\tau_1}^t \exp(\alpha_1 t) F_1(t - n\tau_1) dt + , \\ &+ k_2(t \exp(-\alpha_1 t) - n\tau_1 \exp(-\alpha_1 n\tau_1)) + \\ &+ \frac{k_2}{\alpha_1} (\exp(-\alpha_1 t) - \exp(-\alpha_1 n\tau_1)) \end{aligned} \quad (35)$$

$$P_2 = k_2 t. \quad (36)$$

На интервале стабилизации  $t \geq n\tau_2$  мы ищем решение на основе следующих обоснований.

В качестве отправной точкой мы используем формулу [11-15]:

$$P_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} P_0 + A \exp(-(\alpha_1 + \alpha_2)t), \quad (37)$$

$$P_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} P_0 + B \exp(-(\alpha_1 + \alpha_2)t). \quad (38)$$

Затем, функции  $A$  и  $B$  находятся по уравнению

$$\frac{dA}{dt} = \alpha_2 A - \alpha_1 B - \beta_1 \exp((\alpha_1 + \alpha_2)t) P_1(t - \tau_1), \quad (39)$$

$$\frac{dB}{dt} = -\alpha_2 A + \alpha_1 B - \beta_2 \exp((\alpha_1 + \alpha_2)t) P_2(t - \tau_2). \quad (40)$$

При отсутствии экологического риска остальная структура системы очевидна. Она соответствует рынку насыщения:

$$P_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2} P_0, \quad (41)$$

$$P_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} P_0. \quad (42)$$

Как уже было отмечено ранее, при допущении экологического фактора существование остальной асимптотической структуры требует дополнительного исследования. Однако, в любом случае структура ценностей встретит различия которые соответствуют лимиту  $\tau \rightarrow 0$  or  $t \rightarrow \infty$ :

$$P_1 \leq \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1} P_0, \quad (43)$$

$$P_2 \leq \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_2} P_0. \quad (44)$$

Численный эксперимент показал, что время динаминости системы двух производств с соперничеством на общем начальном этапе зависит от набора вышеуказанных параметров. Особенно, существует длительный убывающий период вызванный временем релаксации. Это заключение оказалось правильным на практике

#### 4 Заключение

Таким образом в нашей работе мы преследовали цель подчинить простейшие математические механизмы описанию комплексного динамического поведения эколого-экономической системы производства. Сейчас существует тенденция объяснения комплексного курса процесса производства с помощью нелинейных моделей. Мы никогда не пытались уменьшить роль нелинейных моделей для описания математических динамик эколого-экономических систем. Однако, сейчас как никогда математическое моделирование это важный метод изучения экономической закономерности, выбор математических механизмов сам по себе предопределяет интерпретацию наблюдаемого феномена.

Результат нашего небольшого анализа показывает, что как немонотонное, так и неспокойное поведение эколого-экономической системы может быть описано с помощью линейной модели с запаздывающими аргументами. В любом случае это всего лишь предположение рассмотрение принципов, что конечно требует тщательного исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mariusz Jedliński. The position of green logistics in sustainable development of a smart green city. 1st International Conference Green Cities 2014 – Green Logistics for Greener Cities
- [2] Oumer Abduaziza, Jack Kie Chenga, Razman Mat Tahara , Ramgopal Varmaa. A hybrid Simulation model for Green Logistics Assessment in Automotive Industry. 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM 2014
- [3] Ja Yeon LEE, Su Han WOO. The Impact of Power on the Relationships and Customer Satisfaction in a Logistics Triad:A Meta-Analysis. The Asian Journal of Shipping and Logistics 35(4) (2019) 194-199.
- [4] B.Yedilbayev, A.Shokanova. The Student-centered and practice-oriented approaches in the system of preparing ecologists World Applied Sciences Journal 25 (5): pp.699-703.-Pakistan (2013)
- [5] M.Garavello, P.Goatin. The Cauchy problem at a node with buffer, discrete and continuous dynamical systems, Series A. American Institute of Mathematical Sciences, (2012)
- [6] M.Garavello, A.Piccoli. Multibuffer model for LWR road networks. In: Ukkusuri S, Ozbay K (eds) Advances in dynamic network modeling in complex transportation systems. Springer, New York, pp 143–161, B (2013)
- [7] C.Roncoli, M.Papageorgiou, I.Papamichail. Traffic flow optimisation in presence of vehicle automation and communication systems - part I: a first-order multi-lane model for motorway traffic. Transp Res Part C 57:241–259,(2015)
- [8] B.Yedilbayev, Zh. Kozhamkulova. New models of road transport system, E3S Web of Conferences 135, 02011, ITESE,(2019)
- [9] Agata Mesjasz-Lech. Urban air pollution challenge for green logistics. Transportation Research Procedia 16 ( 2016 ) 355 – 365
- [10] A.Sh.Shokanova, M. Majewski, Zh.T.Kozhamkulova. Economic and ecological model of the large cities development. Central Asian Journal of Social Sciences and Humanities.2019-№4
- [11] W-L. Jin. A kinematic wave theory of multi-commodity network traffic flow. Transp Res Part B 46:1000–1022, (2012)
- [12] Aghion, P., David, R.A., Foray, D. Science, technology and innovation for economic growth: Linking policy, research and practice in ‘STIG Systems’, Research Policy, 38(4), 2009, 681-693.
- [13] Berry J. Introduction to Non-Linear Systems.Hodder Headline Group, London, 1996.
- [14] Rosser Jr., J.B. The rise and fall on catastrophe theory applications in economics: Was the baby thrown out with the bathwater? Journal of Economic Dynamics and Control, 31(10), 2007, 3255-3280.
- [15] Евсигнеев, Л., Таксар, М. Динамичное взаимодействие экономического баланса, Журнал экономической динамики и контроля, 33(1), 2009, 166-182.

Еділбаев Б.Т., Бренер А.М., Шоқанова А.Ш., Анарбекова Г.Ж., Әбілқасымова А.Е.

#### Өндірістік жүйелер динамикасының трендтерін математикалық модельдеу

**Резюме:** автокөлік газдарының зиянды заттардың негізгі көзі қозғалтқыш болып табылады. Автомобиль қозғалысы кезінде отын шығыны мен пайдаланылған газдардың шығарындылары қозғалтқыштың жұмыс режиміне, жүргізушінің және жол жағдайларына байланысты болады. Экологиялық жағдайды дұрыс талдау және болжай және автокөлікті пайдаланудың онтайлы режимдерін анықтау үшін экологиялық жүйелердің физикалық сипаттамасының неғұрлым терен деңгейіне негізделген математикалық модельдер қажет. Жұмыс тепе-теңдік қатынастары мен логистикалық теңдеулердің негізінде экологиялық экономикалық жүйелердің үрдісін болжай үшін жаңа математикалық модельдерге қатысты. Экологиялық-экономикалық жүйелердің қалыпты емес және тегіс емес мінез-құлқы кідіртілген аргументтері бар босаңсудың сзықтық үлгілерінің қомегімен сипатталуы мүмкін.

Түйін сөздер: экологиялық-экономикалық модель, динамикалық үдерістер, экологиялық тәуекел, босаңсу құбылыстары, уақытша кідіріс

<sup>1</sup>A.M. Temirkhanova, <sup>2</sup>B.K. Omarbayeva

(<sup>1,2</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.  
E-mail: ainura-t@yandex.kz, gaziza.omarbaeva@mail.ru)

## WEIGHTED ESTIMATE OF A CLASS OF QUASILINEAR DISCRETE OPERATORS: THE CASE $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$

**Abstract.** In recent years, weighted estimates for various classes of quasilinear operators have been intensively studied, which have an important application in the study of boundedness properties of operators from a Lebesgue weighted space to a local space of Morrey type, as well as in the study of bilinear operators in weighted Lebesgue spaces. The discrete case of quasilinear inequalities is an open problem. In this paper, we consider the weighted inequality for one class of a quasilinear discrete operator, namely, the weighted estimate of the iteration of the discrete Hardy operator in weighted spaces of sequences.

An inequality involving an iteration of the discrete Hardy operator is traditionally considered difficult to evaluate, since it contains three independent weight sequences and three parameters with different ratios. In this paper we consider one of the case  $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$  for weighted estimate of a class of quasilinear discrete operators. The solution to this problem is the aim of this work.

**Key words:** Inequalities, quasilinear operator, weights, discrete Lebesgue spaces, characterizations.

### Introduction

Let  $p \geq 1, 0 < q, \theta \leq \infty$  and  $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$ . Let  $u = \{u_i\}_{i=1}^{\infty}$ ,  $\omega = \{\omega_i\}_{i=1}^{\infty}$  be positive sequences of real numbers, which will be referred to as weight sequences and  $\varphi = \{\varphi_k\}_{k=1}^{\infty}$  non-negative sequence of real numbers.

Let us consider the following inequalities:

$$\left( \sum_{n=1}^{\infty} \omega_n^{\theta} \left( \sum_{k=n}^{\infty} \left| \varphi_k \sum_{i=k}^{\infty} f_i \right|^q \right)^{\frac{1}{q}} \right)^{\frac{1}{\theta}} \leq C \left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j f_j|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad \forall f \in l_{p,u}, \quad (1.1)$$

where  $l_{p,u}$  the space of sequences  $f = \{f_j\}_{j=1}^{\infty}$  of real numbers such that

$$\|f\|_{p,u} = \left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j f_j|^p \right)^{\frac{1}{p}} < \infty, \quad p > 1.$$

where  $C > 0$  is the best constant in (1.1).

In recent years, a many of papers ([1] - [7]) have been devoted to a continuous analogue of quasilinear inequalities in the form (1.1). Interest in this type of inequality caused their applicability to spaces of the Morrey type ([8], [9]). Moreover, knowing the characterization of these inequalities, we can obtain weighted inequalities for Hardy's bilinear inequalities ([10]). However, the discrete quasilinear inequality in the form of (1.1) is almost not studied, only, we can note the works [11], [12].

In the work [12] criterion for the fulfilment of inequality (1.1) was obtained for the case  $0 < q < \theta < p < \infty, p > 1$ . In this paper, we consider the following relation  $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$ .

**Convention:** The symbol  $M \square K$  means that  $M \leq cK$ , where  $c > 0$  is a constant depending only on unessential parameters. If  $M \square K \square M$ , then we write  $M \approx K$ .

In the proof of our main result we will need the following well-known results on the discrete weighted Hardy inequality ([13]) and boundedness of matrix operators ([15]).

**Theorem A.** ([13]) Let  $0 < q < p < \infty, p > 1$ . Then the inequality

$$\left( \sum_{i=1}^{\infty} \left| \sum_{j=i}^{\infty} f_j \right|^q v_i^q \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left( \sum_{i=1}^{\infty} |u_i f_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}, \quad (1.2)$$

holds for some  $C < \infty$  if and only if

$$H \approx \left( \sum_{n=1}^{\infty} \left( \sum_{j=n}^{\infty} u_j^{-p} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \left( \sum_{k=1}^n v_k^q \right)^{\frac{q}{p-q}} v_n^q \right)^{\frac{p-q}{pq}}.$$

Moreover,  $H \approx C$ , where  $C$  is the best constant in (1.2).

**Definition.** The matrix  $\{a_{i,j}\}_{j=1}^{\infty}$ ,  $i \geq j$  satisfies the (discrete) Oinarov condition ([14]), if there exist  $d \geq 1$ , a non-negative matrix  $(a_{i,j})$ , whose entries  $a_{i,j}$  are non-decreasing in  $i$  and non-increasing in  $j$  such that the inequalities

$$\frac{1}{d}(a_{i,k} + a_{k,j}) \leq a_{i,j} \leq d(a_{i,k} + a_{k,j}),$$

or  $a_{i,j} \approx a_{i,k} + a_{k,j}$  hold for all  $i \geq k \geq j \geq 1$ .

**Theorem B.** ([15]). Let  $1 \leq p \leq q < \infty$  and the entries of the matrix  $a_{i,j}$  satisfies the discrete Oinarov condition. Then the inequality

$$\left( \sum_{i=1}^{\infty} \left| \sum_{j=1}^i a_{i,j} f_j \right|^q v_i^q \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left( \sum_{i=1}^{\infty} |u_i f_i|^p \right)^{\frac{1}{p}} \quad (1.3)$$

holds for some  $C < \infty$  if and only if  $M = \max\{M_1, M_2\} < \infty$ , where

$$M_1 = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{j=1}^k u_j^{-p} \right)^{\frac{1}{p}} \left( \sum_{i=k}^{\infty} a_{i,k}^q v_i^q \right)^{\frac{1}{q}},$$

$$M_2 = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} v_i^q \right)^{\frac{1}{q}} \left( \sum_{j=1}^k a_{k,j}^p u_j^{-p} \right)^{\frac{1}{p}}.$$

Moreover,  $C \approx M$ , where  $C$  is the best constant in (1.3).

For the proof of some of the results we need the following Lemma.

**Lemma 1.1.** ([16]). Let  $\gamma > 0$  and  $\{B_k\}$  be a nonnegative sequence. Then

$$\left( \sum_{k=1}^j B_k \right)^{\gamma} \approx \sum_{k=1}^j B_k \left( \sum_{i=1}^k B_i \right)^{\gamma-1}, \quad j \geq 1,$$

If  $\sum_k B_k < \infty$  and  $1 < N \leq \infty$ , then

$$\left( \sum_{k=j}^N B_k \right)^{\gamma} \approx \sum_{k=j}^N B_k \left( \sum_{i=k}^N B_i \right)^{\gamma-1}.$$

## MAIN RESULT

**Theorem 2.1.** Let  $0 < q < p \leq \theta < \infty$ ,  $p > 1$ . Then the inequality (1.1) holds for some  $C < \infty$ , if and only if  $\max\{F_1, F_2\} < \infty$ , where

$$F_1 = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^{\theta} \left( \sum_{n=j}^k \varphi_n^q \right)^{\frac{\theta}{q}} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left( \sum_{i=k}^{\infty} u_i^{-p} \right)^{\frac{1}{p}},$$

$$F_2 = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{n=k}^{\infty} \left( \sum_{i=n}^{\infty} u_i^{-p} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \left( \sum_{s=n}^i \varphi_s^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \varphi_n^q \right)^{\frac{p-q}{pq}} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^\theta \right)^{\frac{1}{\theta}}.$$

Moreover,  $C \approx \max\{F_1, F_2\}$  with the equivalency constants depending only on  $k, p, q$  and  $\theta$ , where  $C$  is the best constant in (1.1).

*Proof.* Let  $g = \{g_i\}_{i=1}^{\infty}$ ,  $g \geq 0 \Leftrightarrow g_i \geq 0, \forall i \geq 1$ . If

$$C = \sup_{g \geq 0} \frac{\left( \sum_{n=1}^{\infty} \left( \omega_n^q \sum_{k=n}^{\infty} \left| \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right|^q \right)^{\frac{\theta}{q}} \right)^{\frac{1}{\theta}}}{\left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j g_j|^p \right)^{\frac{1}{p}}} < \infty, \quad (2.1)$$

where  $C$  is the best constant of (2.1).

We raise both sides of (2.1) to power  $q$  and get that

$$C^q = \sup_{g \geq 0} \frac{\left( \sum_{n=1}^{\infty} \left( \omega_n^q \sum_{k=n}^{\infty} \left| \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right|^q \right)^{\frac{\theta}{q}} \right)^{\frac{q}{\theta}}}{\left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j g_j|^p \right)^{\frac{q}{p}}}. \quad (2.2)$$

We define  $r := \frac{\theta}{q}$ ,  $w^r := (\omega^q)^{\frac{\theta}{q}}$  and  $\Phi_n := \sum_{k=n}^{\infty} \left| \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right|^q$ . Then

$$\left( \sum_{n=1}^{\infty} \left( w_n^q \sum_{k=n}^{\infty} \left( \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right)^q \right)^{\frac{\theta}{q}} \right)^{\frac{q}{\theta}} = \left( \sum_{n=1}^{\infty} (w_n \Phi_n)^r \right)^{\frac{1}{r}}.$$

Let  $h = \{h_i\}_{i=1}^{\infty}$ ,  $h_i \geq 0, \forall i \geq 1$ . Then, by sharpness of the Hölder inequality, implies that

$$\left( \sum_{n=1}^{\infty} (w_n \cdot \Phi_n)^r \right)^{\frac{1}{r}} = \sup_{h \geq 0} \frac{\sum_{n=1}^{\infty} h_n \Phi_n}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} h_k^{r'} \cdot w_k^{-r'} \right)^{\frac{1}{r'}}} = \sup_{h \geq 0} \frac{\sum_{n=1}^{\infty} h_n \sum_{k=n}^{\infty} \left( \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right)^q}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}}, \quad (2.3)$$

where  $r' = \frac{r}{r-1} = \frac{\theta}{\theta-q}$ ,  $\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} = 1$ .

Now, we put (2.3) into (2.2) and find that

$$\begin{aligned}
 C^q &= \sup_{g \geq 0} \sup_{h \geq 0} \frac{\sum_{n=1}^{\infty} h_n \sum_{k=n}^{\infty} \left( \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right)^q}{\left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j g_j|^p \right)^{\frac{q}{p}} \left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}} = \sup_{g \geq 0} \sup_{h \geq 0} \frac{\sum_{k=1}^{\infty} \left( \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right)^q \sum_{n=1}^k h_n}{\left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j g_j|^p \right)^{\frac{q}{p}} \left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}} = \\
 &= \sup_{h \geq 0} \frac{1}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}} \sup_{g \geq 0} \frac{\sum_{k=1}^{\infty} \left( \varphi_k \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right)^q \sum_{n=1}^k h_n}{\left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j g_j|^p \right)^{\frac{q}{p}}}. \tag{2.4}
 \end{aligned}$$

Let  $H_k = \sum_{n=1}^k h_n$ . We calculate the second supremum connected to  $g$  separately. By using Theorem A we obtain that

$$\sup_{g \geq 0} \frac{\left( \sum_{k=1}^{\infty} \varphi_k^q H_k \left( \sum_{j=k}^{\infty} g_j \right)^q \right)^{\frac{1}{q}}}{\left( \sum_{j=1}^{\infty} |u_j g_j|^p \right)^{\frac{1}{p}}} \approx \left( \sum_{n=1}^{\infty} \left( \sum_{k=1}^n \varphi_k^q H_k \right)^{\frac{q}{p-q}} \left( \sum_{j=n}^{\infty} u_j^{-p} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \cdot \varphi_n^q H_n \right)^{\frac{p-q}{pq}}. \tag{2.5}$$

By inserting (2.5) into (2.4) and by applying Lemma 1.1, we find that

$$\begin{aligned}
 C^q &\approx \sup_{h \geq 0} \frac{\left( \sum_{n=1}^{\infty} \left( \sum_{k=1}^n \varphi_k^q H_k \right)^{\frac{q}{p-q}} \left( \sum_{j=n}^{\infty} u_j^{-p} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \cdot \varphi_n^q H_n \right)^{\frac{p-q}{p}}}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}} \approx \\
 &\approx \sup_{h \geq 0} \frac{\left( \sum_{n=1}^{\infty} \left( \sum_{k=1}^n \varphi_k^q H_k \right)^{\frac{q}{p-q}} \varphi_n^q H_n \sum_{j=n}^{\infty} \left( \sum_{s=j}^{\infty} u_s^{-p} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_j^{-p} \right)^{\frac{p-q}{p}}}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}} = \\
 &= \sup_{h \geq 0} \frac{\left( \sum_{j=1}^{\infty} \left( \sum_{s=j}^{\infty} u_s^{-p} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_j^{-p} \sum_{n=1}^j \left( \sum_{k=1}^n \varphi_k^q H_k \right)^{\frac{q}{p-q}} \varphi_n^q H_n \right)^{\frac{p-q}{p}}}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}} \approx
 \end{aligned}$$

$$\approx \sup_{h \geq 0} \frac{\left( \sum_{j=1}^{\infty} \left( \sum_{s=j}^{\infty} u_s^{-p} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_j^{-p} \left( \sum_{n=1}^j \varphi_n^q H_n \right)^{\frac{p}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}}}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\omega_k^{-q} \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}}.$$

Next we note that

$$\sum_{n=1}^j \varphi_n^q \cdot H_n = \sum_{n=1}^j \varphi_n^q \cdot \sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^j h_i \cdot \sum_{n=i}^j \varphi_n^q,$$

and we define

$$U_j := \left( \left( \sum_{s=j}^{\infty} u_s^{-p} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_j^{-p} \right)^{\frac{p-q}{p}} \quad \text{and} \quad W_k := \omega_k^{-q}.$$

Accordingly, we get that

$$C^q \approx \sup_{h \geq 0} \frac{\left( \sum_{j=1}^{\infty} \left( \sum_{i=1}^j h_i \cdot \sum_{n=i}^j \varphi_n^q \right)^{\frac{p}{p-q}} U_j^{\frac{p}{p-q}} \right)^{\frac{p-q}{p}}}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (W_k \cdot h_k)^{\frac{\theta}{\theta-q}} \right)^{\frac{\theta-q}{\theta}}} = \sup_{h \geq 0} \frac{\left( \sum_{j=1}^{\infty} \left( U_j \sum_{i=1}^j a_{j,i} h_i \right)^{\tilde{q}} \right)^{\frac{1}{\tilde{q}}}}{\left( \sum_{k=1}^{\infty} (W_k \cdot h_k)^{\tilde{p}} \right)^{\frac{1}{\tilde{p}}}} = C_1, \quad (2.6)$$

where  $a_{j,i} = \sum_{k=i}^j \varphi_k^q$ ,  $j \geq i$ ,  $i \geq 1$ ,  $\tilde{q} := \frac{p}{p-q}$  and  $\tilde{p} := \frac{\theta-q}{\theta}$ .

From (2.6), we conclude that

$$\left( \sum_{j=1}^{\infty} \left( U_j \sum_{i=1}^j a_{j,i} h_i \right)^{\tilde{q}} \right)^{\frac{1}{\tilde{q}}} \leq C_1 \left( \sum_{k=1}^{\infty} (W_k \cdot h_k)^{\tilde{p}} \right)^{\frac{1}{\tilde{p}}}, \quad h \geq 0, \quad (2.7)$$

and that  $C_1$  - the best constant in (2.7), where

$$C_1 \approx C^q. \quad (2.8)$$

Here

$$a_{j,i} = \sum_{k=i}^j \varphi_k^q \leq \sum_{k=i}^m \varphi_k^q + \sum_{k=m}^j \varphi_k^q = a_{m,i} + a_{j,m},$$

and

$$a_{j,i} \geq \sum_{k=i}^m \varphi_k^q, \quad a_{j,i} \geq \sum_{k=m}^j \varphi_k^q \quad \text{so that} \quad a_{j,i} \geq \frac{1}{2}(a_{m,i} + a_{j,m}).$$

We conclude that

$$\frac{1}{2}(a_{m,i} + a_{j,m}) \leq a_{j,i} \leq a_{m,i} + a_{j,m} \iff a_{j,i} \approx a_{m,i} + a_{j,m}, \quad j \geq m \geq i.$$

which means that  $a_{j,i}$  satisfies the discrete Oinarov condition and, moreover,  $1 < \tilde{p} \leq \tilde{q} < \infty$ , and for the

operator  $A$  defined by  $(Ah)_j = \sum_{i=1}^j a_{j,i} h_i$ ,  $j \geq 1$  we have that

$$\left( \sum_{j=1}^{\infty} (U_j(Ah)_j)^{\tilde{q}} \right)^{\frac{1}{\tilde{q}}} \leq C_1 \left( \sum_{k=1}^{\infty} (W_k \cdot h_k)^{\tilde{p}} \right)^{\frac{1}{\tilde{p}}}, \quad h \geq 0.$$

Since  $C_1$  - is the best constant in (2.7), by Theorem B it yields that  $\tilde{F}_1 \approx \max\{\tilde{F}_1, \tilde{F}_2\}$ , where

$$\tilde{F}_1 = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} U_i^{\tilde{q}} \right)^{\frac{1}{\tilde{q}}} \left( \sum_{j=1}^k a_{k,j}^{\tilde{p}} W_j^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{1}{\tilde{p}}}.$$

and

$$\tilde{F}_2 = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} a_{i,k}^{\tilde{q}} U_i^{\tilde{q}} \right)^{\frac{1}{\tilde{q}}} \left( \sum_{j=1}^k W_j^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{1}{\tilde{p}}},$$

Let's we calculate the values of  $\tilde{F}_1$  and  $\tilde{F}_2$  using the Lemma 1.1. In fact

$$\begin{aligned} \tilde{F}_1 &= \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} U_i^{\tilde{q}} \right)^{\frac{1}{\tilde{q}}} \left( \sum_{j=1}^k a_{k,j}^{\tilde{p}} W_j^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{1}{\tilde{p}}} = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} \left( \sum_{s=i}^{\infty} u_s^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_i^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \left( \sum_{j=1}^k \left( \sum_{n=j}^k \varphi_n^q \right)^{\frac{\theta}{q}} \omega_j^{\theta} \right)^{\frac{q}{\theta}} \approx \\ &\approx \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^{\theta} \left( \sum_{n=j}^k \varphi_n^q \right)^{\frac{\theta}{q}} \right)^{\frac{q}{\theta}} \left( \sum_{i=k}^{\infty} u_i^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{q}{p}} = F_1^q. \end{aligned}$$

Hence

$$\tilde{F}_1 \approx F_1^q. \quad (2.9)$$

Now, we calculate  $\tilde{F}_2$

$$\tilde{F}_2 = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} a_{i,k}^{\tilde{q}} U_i^{\tilde{q}} \right)^{\frac{1}{\tilde{q}}} \left( \sum_{j=1}^k W_j^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{1}{\tilde{p}}} = \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} \left( \sum_{n=k}^i \varphi_n^q \right)^{\frac{p}{p-q}} \left( \sum_{s=i}^{\infty} u_s^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_i^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^{\theta} \right)^{\frac{q}{\theta}},$$

by applying Lemma 1.1, we obtain

$$\tilde{F}_2 \approx \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} \sum_{n=k}^i \left( \sum_{s=n}^i \varphi_s^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \varphi_n^q \left( \sum_{s=i}^{\infty} u_s^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_i^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^{\theta} \right)^{\frac{q}{\theta}},$$

by changing the orders of sums and by using Lemma 1.1, we have that

$$\begin{aligned} \tilde{F}_2 &\approx \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} \sum_{i=n}^{\infty} \left( \sum_{s=n}^i \varphi_s^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \varphi_n^q \left( \sum_{s=i}^{\infty} u_s^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_i^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^{\theta} \right)^{\frac{q}{\theta}} = \\ &= \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} \left( \sum_{s=n}^i \varphi_s^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \varphi_n^q \sum_{i=n}^{\infty} \left( \sum_{s=i}^{\infty} u_s^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p(q-1)}{p-q}} \cdot u_i^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{p-q}{p}} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^{\theta} \right)^{\frac{q}{\theta}} \approx \\ &\approx \sup_{k \geq 1} \left( \sum_{i=k}^{\infty} \left( \sum_{i=n}^{\infty} u_i^{-\tilde{p}} \right)^{\frac{q(p-1)}{p-q}} \left( \sum_{s=n}^i \varphi_s^q \right)^{\frac{q}{p-q}} \varphi_n^q \right)^{\frac{p-q}{p}} \left( \sum_{j=1}^k \omega_j^{\theta} \right)^{\frac{q}{\theta}} = F_2^q. \end{aligned}$$

Therefore  $\tilde{F}_2 \approx F_2^q$  so that, by (2.9),  $C_1 \approx \max\{\tilde{F}_1, \tilde{F}_2\} \approx \{F_1^q, F_2^q\}$ . By (2.8), we conclude that  $C \approx \max\{F_1, F_2\}$  and the equivalency constants depend only on  $p, q$  and  $\theta$ . The proof is complete.

**Acknowledgement.** The authors thank Professor Ryskul Oinarov for discussion of the presented results and for generous pieces of advice, which have improved the final version of this paper.

#### REFERENCES

- [1] Gogatishvili A., Mustafayev R., Persson L.-E. Some new iterated Hardy-type inequalities // J. Func. Spaces Appl., 2012. – V.2012. - 30 p. Article ID 734194.
- [2] Gogatishvili A., Mustafayev R., Persson L.-E. Some new iterated Hardy-type inequalities: the case  $\theta = 1$  // J. Inequal. Appl., 2013. - № 515 (2013) - 29p.
- [3] Gogatishvili A., Mustafayev R. Weighted iterated Hardy-type inequalities // Math. Inequal. Appl., 2017. - № 3(20). - P. 683-728.
- [4] Prokhorov D.V., Stepanov V.D. Vesovye otsenki klassa sublineinykh operatorov // DAN, 2013. - № 5(453). - S. 486-488.
- [5] Prokhorov D.V., Stepanov V.D. O vesovykh neravenstvakh Khardi v smeshannykh normakh // Tr. MIAN, 2013. - T.283. - S. 155-170.
- [6] Prokhorov D.V., Stepanov V.D. Otsenki odnogo klassa sublineinykh integral'nykh operatorov // DAN, 2014. - №6(456). - S. 645-649.
- [7] Prokhorov D. V. Ob odnom klasse vesovykh neravenstv, sode rzhachchikh kvazilineinyye operatory // Tr. MIAN, 2016. - T.289. - S.280-295.
- [8] Burenkov V.I. and Oinarov R. Necessary and Sufficient conditions for boundedness of the Hardy-type operator from a weighted Lebesgue space to a Morrey-type space // Math. Inequal. Appl., 2013. - №1(16). – P. 1-19.
- [9] Oinarov R., Kalybay A. On boundedness of the conjugate multidimensional Hardy operator from a Lebesgue space to a local Morrey-type space // Int. J. Math. Anal., 2014. - №11(8). – P. 539-553.
- [10] Bernardis A.L., Salvador P.O. Some new iterated Hardy-type inequalities and applications // J. Math. Ineq., 2017. - №2(11). - P.577-594.
- [11] Gogatishvili A., Martin K., Rastislav O., Lubos P. Weighted inequalities for discrete iterated Hardy operators., [electronic resource], 2019. - URL: <https://arxiv.org/abs/1903.04313> (Submitted on 11 March 2019).
- [12] Temirhanova A.M., Omarbaeva B.K. Vesovaja ocenka odnogo klassa kvazilinejnyh diskretnyh operatorov: sluchaj  $0 < q < \theta < p < \infty, p > 1$  // Vestnik KazNPU im. Abaja. -№3(67), 2019 – S. 109-116.
- [13] Kufner A., Maligranda L. and Persson L. E. The Hardy Inequality About its History and Some Related Results - Pilsen Czech Republic, 2007. - 161p.
- [14] Temirkhanova A. Estimates for Discrete Hardy-type Operators in Weighted Sequence Spaces. PhD thesis, Department of Math., Lulea University of Technology. - 2015.
- [15] Oinarov R., Shalgynbaeva S.Kh. Vesovaya additivnaya otsenka odnogo klassa matrichnykh operatorov // Izvestiya NAN RK, ser. fiz.-mat., 2004. - №1. - S. 39–49.
- [16] Oinarov R., Okpoti C.A. and Persson L.E. Weighted inequalities of Hardy type for matrix operators: the case  $q < p$  // Math. Inequal. Appl., Croatia., 2007. - №4(10). – P.843-861.

Темірханова А.М., Омарбаева Б.К.

**Квазисызықты дискретті операторлардың бір классының салмақты бағалауының бір жағдайы**  
 $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$ .

**Түйіндеме.** Соңғы жылдары квазисызықты операторлардың әртүрлі кластары үшін салмақты есептеулер қарқынды түрде зерттелуде, яғни олар Лебег салмақты кеңістігінен Морри типті локальді кеңістігіне шенелімділік қасиеттерін зерттеуде, сонымен қатар Лебег салмақты кеңістігіндегі бисызықты операторларды зерттеуде қолданылады. Квазисызықты теңсіздіктердің дискретті жағдайы ашық мәселе болып табылады. Бұл жұмыста квазисызықты дискретті операторлардың бір класы үшін салмақты теңсіздікті қарастырамыз, атап айтқанда салмақты тізбектер кеңістігіндегі дискретті Харди операторының итерациясының салмақты бағасы.

Әдетте, дискретті Харди операторының итерациясымен болатын теңсіздіктер бағалау қын деп саналады, ейткені оның құрамында үш тәуелсіз салмақты тізбек және әр түрлі қатынастары үш параметр бар. Бұл жұмыста дискретті квазисызықты операторлардың бір классы үшін параметрлердің  $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$  жағдайы үшін салмақты бағалауы қарастырылады. Бұл мәселенің шешімі осы жұмыстың мақсаты болып табылады.

**Түйін сөздер:** Тенсіздіктер, квазисызықты оператор, салмақ, дискретті Лебег кеңістігі.

Темирханова А.М., Омарбаева Б.К.

**Весовая оценка одного класса квазилинейных дискретных операторов:** случай  $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$ .

**Аннотация.** В последние годы интенсивно исследуются весовые оценки для различных классов квазилинейных операторов, которые имеют важное приложение в исследовании свойств ограниченности операторов из весового пространства Лебега в локальное пространство типа Морри, а также в исследовании билинейных операторов в весовых пространствах Лебега. Дискретный случай квазилинейных неравенств является открытой задачей. В данной работе рассматривается весовое неравенство для одного класса квазилинейного дискретного оператора, а именно весовая оценка итерации дискретного оператора Харди в весовых пространствах последовательностей.

Неравенство, включающее итерацию дискретного оператора Харди, традиционно считается трудным для оценки, поскольку оно содержит три независимых весовых последовательностей и три параметра при их различных соотношениях. В данной работе рассматривается случай  $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$  для весовой оценки одного класса квазилинейных дискретных операторов. Решение этой проблемы является целью данной работы.

**Ключевые слова:** Неравенства, квазилинейный оператор, вес, дискретное пространство Лебега.

УДК 533.9.01

N.T. Zhetenbaev, G.S. Yusupova, N.Kh. Bastykova

**SCIENTIFIC RESEARCH IMPLEMENTATION OF THE RESULTS OF THE WORK IN THE ELECTRONIC SPECIAL COURSE «SELECTED QUESTIONS OF PHYSICS OF DENSE PLASMA OF INERTIAL FUSION»**

**Abstract:** The main goal of implementing an learning system in the field of education is to ensure equal access of all participants in the educational process to the best educational resources and technologies. And to achieve this goal, it is necessary to create conditions for the introduction of automation of the educational process. Achieving the goal of improving the quality of education, the effectiveness of education management, and information integration with the external environment.

**Key words:** Java script, Php, MySQL, Phpmyadmin, Css

<sup>1</sup>Н.Т. Жетенбаев, <sup>2</sup>Г.С. Юсупова, <sup>3</sup>Н.Х. Бастькова

(<sup>1</sup>Satbayev University, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,  
Алматы, Қазақстан \*E-mail: nursultan.zhetenbaev@mail.ru)

**ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСТАР НӘТИЖЕЛЕРІН «ИНЕРЦИЯЛЫҚ ТЕРМОЯДРОЛЫҚ СИНТЕЗ ТЫҒЫЗ ПЛАЗМАСЫ ФИЗИКАСЫ ТАҢДАУЛЫ СҮРАҚТАРЫ» ЭЛЕКТРОНДЫ АРНАЙЫ КУРСЫНА ЕҢГІЗУ**

**Аннотация:** Электрондық оқыту жүйесін білім саласына енгізудегі басты мақсат білім беру үрдісінің барлық қатысушыларының үздік білім беру ресурстары мен технологияларына тән қол жеткізуін қамтамасыз ету. Ал бұл мақсатты жүзеге асыру үшін оқу үрдісін автоматтандыруды енгізуге жағдай жасау қажет. Мақсатқа қол жеткізу оқу сапасын, білімді басқарудың тиімділігін, сыртқы ортамен ақпараттық кіргізуін арттырады.

**Кілттік сөздер.** Java script, Php, MySQL, Phpmyadmin, Css бағдарламалары

Қазіргі уақытта электронды оқулықтармен оқу құралдарын жасау мәселесі өзекті болып табылады. Толық өндөлген электронды оқулық лекция барысында демонстрациялау құралы, компьютерлік класстарда өзіндік жұмыстарды орындау үшін репетитор, компьютер, емтихан алушы алдында тәжірибелік жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқау ретінде қызмет атқара алады. Дегенмен, электронды оқулық осы функциялардың барлығын орындау үшін оқулықты құрастырушы оқытушының педагогикалық шеберлігі, оқытылатын пәннің ерекшеліктерін ескеретін күрделі әдістемелік құралда болу қажет. Кері байланысты үйымдастыру оқу процесінің дидактикалық циклының ең маңызды бөлігінің бірі болып табылады. Электронды оқулықтар әрбір пайдаланушыларға білім алудың немесе біліктілікті қалыптастырудың жеке траекториясын тандау, құрумен жүзеге асыруды қамтамасыз етеді. Дегенмен, толықтай өз бетінше білім алу окушылардың әр түрлі психологиялық ерекшеліктеріне байланысты әр қашан тиімді болып табылмайды.

Электронды оқулық әдетте 3 компоненттен: курстың негізгі ақпараттық бөлігі берілген презентациялық, алынған білімді бекітетін зертханалық жұмыстар, білімгердің білімін бағалауға мүмкіндік беретін тестілеуден тұрады. Электронды оқулықтың тиімділігі келесі ерекшеліктерінен көрінеді:

1. Ол қарама-қарсы байланысты қамтамасыз етеді;
2. Ол гиппер мәтіндік түсініктемеге бірнеше рет сілтеме жасау уақытты үнемдейді;
3. Ол мәтінді экранға шығарып қана қоймай, оны әнгімелейді, көрсетеді, моделдейді және т.с.с [3].

Java script, Php, MySQL, Phpmyadmin, Css бағдарламаларын қолданылып, электронды оқулық жасақталуда.

Оқулықтың негізгі беттері:

1. дәрістер
2. зертханалық жұмыстар
3. бейнежазбалар
4. тест тапсырмалары
5. вебинар жазбалар

Java script тілдің көмегімен көрінетін элементтермен және HTML – құжаттамалардың мазмұнымен динамикалы басқаруға болады. Экранда өрнектелетін құжаттамаға шамаланып құрылған HTML құжаттамаларды браузермен жүктелген құжаттамаларды синтаксистік талдау процесінде жазуға болады. Document объектісінің көмегімен құжаттамаларды «нольден бастап» генерациялауға болады, ол негізінен пайдаланушының жасаған алдыңғы әрекеттеріне немесе қандай да бір факторға байланысты жүргізуі мүмкін. JavaScript браузер жұмысын бақылауға мүмкіндік береді. Мысалы, Windows объекті экранға қалқып шығатын диалогтық терезелерді шығаруға, браузер жаңа терезелерін құруға, ашуға және жабуға, қозғалту режимдерін беруге және терезелер өлшемдерін беруге және т.б. мүмкіндік береді.

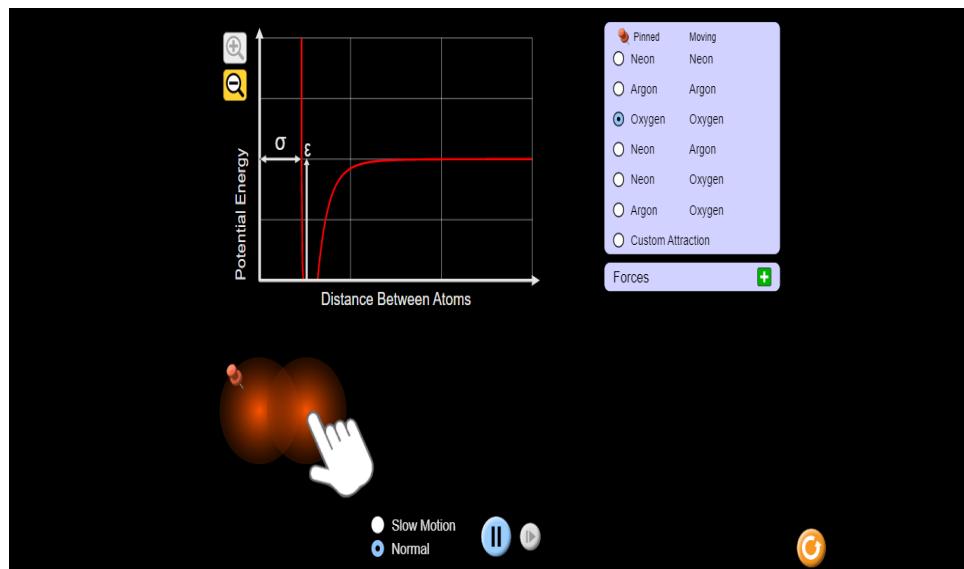


1-сурет. Оқулықтың негізгі беті

JavaScript құжаттамалар ішіндегілермен бірге өзара әрекет етуге мүмкіндік береді. Объект Document және оның ішіндегі болатын объектилер бағдарламаларға HTML құжаттамалары бөліктерін оқуға және кейде олармен әрекет етуге мүмкіндік береді. Мәтінің дәл өзін оқуға мүмкін болмайды. Бірақ, сол құжаттаманың ішіндегі гипермәтінді сілтемелер тізімін алуға мүмкіндік бар. Ағымдағы мезеттерде құжаттамалар мазмұнымен өзара әрекет етудің кең мүмкіндіктері Form объектін және оның құрамында болуы мүмкін объектилермен өзара әрекет етудің қамтамасыз ете алады, атап айтсақ: Button, Checkbox, Hidden, Password, Radio, Reset, Select, Submit, Text және Textarea [1].

JavaScript пайдаланушымен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Тілдің маңызды ерекшелігі болып ондағы таралған жағдайларды өңдеушілерді анықтау мүмкіндігі кодтың шамаланған порцияларын анықтау, нақты жағдайлар түскен кезде әрекет ете бастайды (әдетте пайдаланушы әрекетінде). JavaScript жағдай өңдеушілер ретінде кез келген алдын ала берілген функцияларды пайдалана алады. Мысалы, қатарда арнайы хабарламаның жағдайын шығаратын, әрине егер пайдалануши тышқан пернесін гипер мәтіндік сілтемеге алып баратын болса немесе экранға диалогтың терезені нақтылауды сұрауға сұрау бере отырып шығаратын болса сол әрекеттерді

орындастын бағдарламаларды жазуға болады немесе пайдаланушымен енгізілген мәндерді тексеруге және егер енгізу жағдайларында қателік орындаған жағдайда сәйкес диагностиканы беріп және дұрыс мәнді енгізуге мәжбүрлейді[2-5].

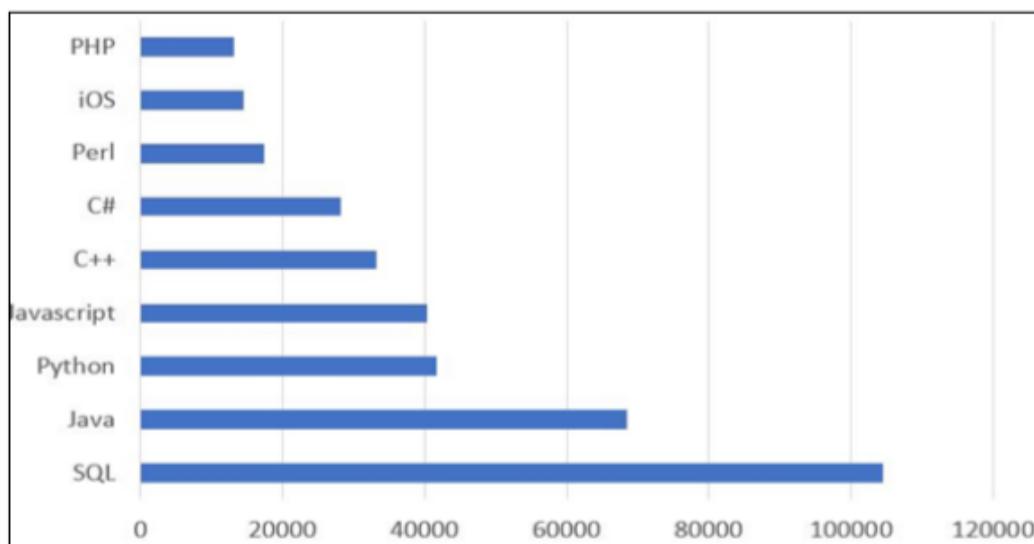


2-сурет. Зертханалық жұмыс. Атомдардың өзара әрекеттесуі. [4]

PHP-дің негізгі басты мақсаты – берілген тапсырманы тез орындаштыру үшін, программисттерге қажетті құралдарды беру. PHP-дің басты шарттары:

- дәстүрлілігі;
- тиімділігі;
- қауіпсіздігі;
- ынғайлылығымен.

Apache Microsoft, IIS Netscape Enterprise Server – PHP сияқты серверлерде жұмыс істейді. Серверлер әртүрлі платформаларда жұмыс іstemegenдіктен, PHP Unix, Free BSD және Windows 96/98/NT сияқты платформалардан толығымен тәуелсіз. ПТР құралдары бағдарламашыларға Enterprise Java Beans немесе Win32 COM сияқты ішкі компоненттермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Жаңа мүмкіндіктер арқасында PHP ең озық технологиялар арасында ерекше орын алады және жобаларды қажетті шектеулерге дейін кеңейтеді. 2020 жылы PHP-ге әлемдік сұраныста[6].



3-сурет. PHP-дің жылдамдығының әлемдік сұранысы

**Көрітынды.** Суретте электронды оқулықты жасаудың жай және қарапайым мультимедиялық, гипермәтіндік әдістері ажыратылып көрсетілген.

Материалды ұсынудың кәдімгі құжат түрінде көрсетілуі, яғни, қарапайым түрдегі электронды оқулық дайындау ол сыйықтық түрде жалғаса қолданылатын текстік жүйе. Бұл электронды оқулық түрі бойынша аздаған материалдық тақырыпқа және бетке бөлінген, мазмұнды, суреттермен текстік түрде көрсетілген.

Студенттерге теориялық тақырыптар кеңінен беріліп түсіндіріледі. Теориялық материалдарды графикалық иллюстрация түріндегі әр түрлі суреттер, сұлба-тәсілдер үрдістері бір уақытта өтіп отырады да материалды қорыту үрдісі ұтымды болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Дж.Мейнджер. JavaScript: основы программирования: Пер.с англ. – Киев:Издательская группа BHV, 1997.- 512 с.
- [2] Вагнер Р., Байк А. Энциклопедия JavaScript Киев: Bhv, 2001. – 400 с
- [3] Дэвидсон, Луис проектирование баз данных на SQL Server 2000; Бином, 2009. -631 с.
- [4][www.phet](http://www.phet)
- [5] Дж.Мейнджер. JavaScript: основы программирования: Пер.с англ. – Киев:Издательская группа BHV, 1997.- 512 с.
- [6] Мухаметшин Д.Ф.Описываются приёмы работы с элементами HTML-форм с применением языка программирования PHP. – СПб.: БХВ – Питер, 2000. – 120 с.

Жетенбаев Н.Т., Юсупова Г.С., Бастыкова Н.Х.

#### Внедрение результатов научных исследований в электронный специальный курс «избранные вопросы физики плотной плазмы инерционного термоядерного синтеза»

**Резюме:** Главная цель внедрения системы электронного обучения в сфере образования обеспечение равного доступа всех участников образовательного процесса к лучшим образовательным ресурсам и технологиям. А для реализации этой цели необходимо создать условия для внедрения автоматизации учебного процесса. Достижение цели повысить качество обучения, эффективность управления образованием, информационную интеграцию с внешней средой.

**Ключевые слова:** Программы Java script, Php, MySQL, Phpmyadmin, Css.

UDC 517.957, 532.5

<sup>1</sup>G.N. Shaikhova, <sup>1</sup>B.B. Kutum, <sup>2</sup>B.K. Rakhimzhanov

(<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,

<sup>2</sup>JSC "National company "Kazakhstan Gharysh Sapary" , Nur-Sultan, Kazakhstan  
e-mail: g.shaikhova@gmail.com)

#### DYNAMICS OF WAVES IN GARDNER EQUATION

**Abstract.** In this paper, we investigate the one-dimensional Gardner equation. This equation is the combined KdV-mKdV equation and describes nonlinear wave effects in a number of physical contexts. We obtain exact solutions for the one-dimensional Gardner equation by the modified Kudryashov method. The dynamics of waves in Gardner's equation are studied.

**Keywords.** the modified Kudryashov method, Gardner equation, ordinary differential equation, dynamics, wave, solution.

**Introduction.** Consider the Gardner equation (or combined KdV-mKdV) of the form [1-3]

$$u_t + 2auu_x - 3bu^2 u_x + u_{xxx} = 0, \quad (1)$$

where  $u(x, t)$  and  $a, b$  are constants. The equation (1) is a fundamental mathematical model for the description of weakly nonlinear dispersive waves in situations when the higher order nonlinearity effects. The Gardner equation was first derived rigorously within the asymptotic theory for long internal waves in a two-layer fluid with a density jump at the interface [1]. The competition among dispersion, quadratic and cubic nonlinearities constitutes the main interest [3]. Gardner equation is widely used in various branches of

physics, such as, fluid physics, plasma physics, quantum field theory. The equation plays a prominent role in ocean waves. The Gardner equation describes internal solitary waves in shallow seas [2].

The aim of the paper is to study dynamics of waves in Gardner equation by using the modified Kudryashov method which is the effective method for obtaining exact solutions of nonlinear evolution equations [4-9]. We can study dynamics of wave by seeking the exact solutions of nonlinear equation [10-15].

**Method.** The partial differential equation is

$$E_1(u, u_t, u_x, u_y, u_{tt}u_{xx}u_{yy}) = 0. \quad (2)$$

By using the wave transformation

$$u(x, t) = u(\xi), \quad \xi = x - ct, \quad (3)$$

where  $c$  is constant, the partial differential equation (1) is reduced to ordinary differential equation (ODE)

$$E_2(u, \omega u', k u', r u', \omega^2 u'', k^2 u'', r^2 u'') = 0. \quad (4)$$

According to the modified Kudryashov method we look for exact solutions of (4) in the following form:

$$u(\xi) = \sum_{n=0}^N a_n Q(\xi)^n, \quad (5)$$

where  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_N$  are unknown constants and  $Q(\xi)$  is the following function:

$$Q(\xi) = \frac{1}{1+e^\xi}. \quad (6)$$

This function satisfies the first-order ordinary differential equation

$$Q_\xi = Q^2 - Q. \quad (7)$$

Differentiating (5) with respect to  $\xi$  and taking into account (7) we have

$$u' = \sum_{n=0}^N a_n n Q^n (Q - 1), \quad (8a)$$

$$u'' = \sum_{n=0}^N a_n n Q^n (Q - 1) [(n + 1)Q - n], \quad (8b)$$

$$u''' = \sum_{n=0}^N a_n n Q^n (Q - 1) [(n^2 + 3n + 2)Q^2 - (2n^2 + 3n + 1)Q + n^2]. \quad (8c)$$

Substituting equations (8) into (4) we collect all terms with the same powers of function  $Q(\xi)$  and equate the resulting expressions to zero. Finally, we obtain algebraic system of equations. Solving this system, we get values for the unknown parameters  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_N$ .

**Results.** By wave variable (3) the equation (1) can be converted to ordinary differential equation

$$-cu + au^2 - bu^3 + u'' = 0. \quad (9)$$

From the equation (9) we find  $N = 1$ , then we look for the solution of equation (9) in the form

$$u = a_0 + a_1 Q(\xi). \quad (10)$$

The second derivative of equation (10) is

$$u'' = a_1 Q - 3a_1 Q^2 + 2a_1 Q^3. \quad (11)$$

Substituting (10)-(11) into (9) we obtain the system of algebraic equations in the next form

$$\begin{aligned} Q^3 : & -ba_1^3 + 2a_1 = 0, \\ Q^2 : & -3ba_0a_1^2 + a_1^2 - 3a_1 = 0, \\ Q^1 : & -3ba_0^2a_1 + 2aa_0a_1 - ca_1 + a_1 = 0, \\ Q^0 : & -ba_0^3 + aa_0^2 - ca_0 = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

From the system (12) we can find coefficients with two cases as

$$a_0 = \frac{3}{a}, a_1 = -\frac{3}{a}, c = 1, b = \frac{2a^2}{9}, \quad (13)$$

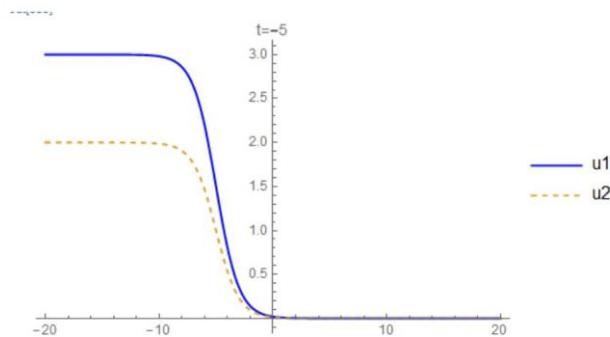
$$a_0 = 0, a_1 = \frac{3}{a}, c = 1, b = \frac{2a^2}{9}. \quad (14)$$

Substituting (13)-(14) in (10) we obtain exact solutions for the Gardner equation (1) in the form

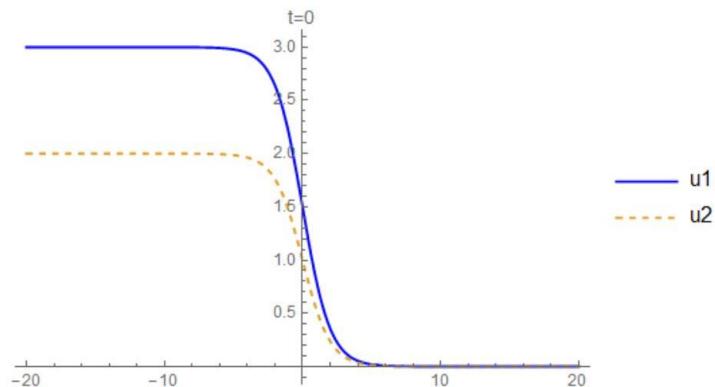
$$u_1(x, t) = \frac{3}{a} \left( 1 - \frac{1}{1+e^\xi} \right), \quad (15)$$

$$u_2(x, t) = \frac{3}{a(1+e^\xi)}, \quad (16)$$

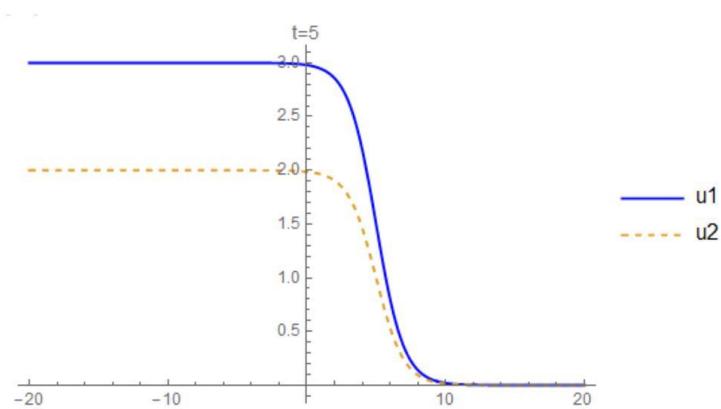
where  $\xi = x - ct$ . The graphs of solutions (15) and (16) are presented in Figure 1, Figure 2 and Figure 3.



**Figure 1.** Solutions of the Gardner equation corresponding to  $u_1, u_2$  when  $c = 1, a = 1$ .



**Figure 2.** Solutions of the Gardner equation corresponding to  $u_1, u_2$  when  $c = 1, a = 1$ .



**Figure 3.** Solutions of the Gardner equation corresponding to  $u_1, u_2$  when  $c = 1, a = 1$ .

**Conclusion.** In this paper, we have showed the efficiency of the modified Kudryashov method by applying to the one-dimensional Gardner equation. We obtained exact solutions and presented dynamics of obtained solutions.

The work was carried out with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant No. AP08052081.

#### REFERENCES

- [1]. Miura R. M., Gardner C. S., and Kruskal M. D. Korteweg-de Vries Equation and Generalizations. II. Existence of Conservation Laws and Constants of Motion // J. Math. Phys.-1968,-N9- P.1204.
- [2]. Krishnan E.V., Triki H., Labidi M., Biswas A. A study of shallow water waves with Gardner's equation// Nonlinear Dyn, -2011.-N66, -P.97–507.
- [3]. Wazwaz A. M. Partial Differential Equations and Solitary Waves Theory (Berlin: Springer), 2009.
- [4]. Kabir M. Modified Kudryashov method for generalized forms of the nonlinear heat conduction equation// Int. J. Phys. Sci-2011, -N6, - P. 6061-6064.
- [5]. Ryabov P.N., Sinelshchikov D.I., Kochanov M.B. Application of the Kudryashov method for finding exact solutions of the high order nonlinear evolution equations // Applied Mathematics and Computation, -2011,-N218, - P. 3965-3972.
- [6]. Kabir M., Khajeh A., Abdi Aghdam E., Yousefi Koma A.. Modified Kudryashov method for finding exact solitary wave solutions of higher order nonlinear equations// Mathematical methods in the Applied Sciences, -2011,-34, -P. 213-219.
- [7]. Kudryashov N.A. On types of nonlinear nonintegrable equations with exact solutions// Phys. Lett.,-1999, A 155, -P.269–275.
- [8]. Kudryashov N.A. One method for finding exact solutions of nonlinear differential equations, Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.,-2012, -N17-P. 2248-2253.
- [9]. Shaikhova G.S., Shaikhova G.N. Traveling wave solutions for the two-dimensional Zakharov-Kuznetsov-Burgers equation// Bulletin of the Karaganda university-Mathematics,-2018, -N92 ( 4 ), -P. 94-98
- [10]. Yesmakhanova K, Bekova G., Shaikhova G. Travelling wave solutions for the two-dimensional Hirota system of equations . AIP Conf. Proc. -2018 Vol .-1997. -P. 020039 (1-6)
- [11]. Serikbayev N.Shaikhova., G.N., Yesmakhanova K.R., Myrzakulov R. Traveling wave solutions for the (3+1)-dimensional Davey-Stewartson equations. Journal of Physics: Conference Series. -2019,-1391,-P.012166.
- [12]. Kutum B.B., Yesmakhanova K.R., Shaikhova G.N. The differential-q-difference 2D Toda equation: bilinear form and soliton solutions. //Journal of Physics: Conference Series -1391, -2019.-P. 012122.
- [13]. Shaikhova G.N., Kutum B.B., Altaybaeva A.B., Rakhimzhanov B.K. Exact solutions for the (3+1)-dimensional Kudryashov-Sinelshchikov equation. Journal of Physics: Conference Series 1416,-2019.-P. 012030.
- [14]. Исаилова А.Е., Бекова Г.Т., Шайхова Г.Н. Перемещающиеся волновые решения для двумерного нелинейного уравнения Шредингера. Вестник КазНИТУ им. К.И. Сатпаева-2019, № 4 (134), -С. 534-540.
- [15]. Kutum B.B., Shaikhova G.N. Q-soliton solution for two-dimensional q-Toda lattice. Вестник КарГУ им. Е.А. Букетова -2019, №3 (95), -С. 22-26.

Шайхова Г.Н., Кутум Б.Б., Рахимжанов Б.К.

#### **Гарднер тендеуіндегі толқындардың динамикасы**

**Түйіндеме:** Бұл жұмыста бір өлшемді Гарднер тендеуін зерттейміз. Бұл тендеу біріктірілген КdФ-мКdФ тендеуі болып табылады және бірқатар физикалық контексте сыйықтық емес толқындық эффектілерді сипаттайды. Модификацияланған Кудряшов әдісімен Гарднер тендеуі үшін накты шешімдерді аламыз. Гарднер тендеуіндегі толқындардың динамикасы зерттелген.

**Түйін сөздер:** Кудряшовтың модификацияланған әдісі, Гарднер тендеуі, карапайым дифференциалдық тендеу, динамика, толқын, шешім.

Шайхова Г.Н., Кутум Б.Б., Рахимжанов Б.К.

#### **Динамика волн в уравнении Гарднера**

**Резюме:** В этой статье исследуем одномерное уравнение Гарднера. Это уравнение является комбинированным уравнением КdФ-мКdФ и описывает нелинейные волновые эффекты в ряде физических контекстов. Получены точные решения для одномерного уравнения Гарднера модифицированным методом Кудряшова. Изучена динамика волн в уравнении Гарднера.

**Ключевые слова:** модифицированный метод Кудряшова, уравнение Гарднера, обыкновенное дифференциальное уравнение, динамика, волна, решение.

М. Е. Zhumadillayeva, М. К. Alpysbay, N. Sh. Alimgazinova

NONLINEAR ANALYSIS OF PHOTOGRAPHIC IMAGES OF THE ATMOSPHERE OF  
THE GIANT PLANET JUPITER

**Abstract.** The proposed research work is a new direction in the analysis of photographic images of the atmosphere of the giant planet Jupiter. In this work, the dynamic chaos method based on information-entropy analysis was used to describe the structure of the atmospheric flow of the planet Jupiter. An algorithm for calculating nonlinear characteristics for two-dimensional signals has been developed in the MatLab computer simulation environment. As a result of studying the atmosphere of Jupiter, a quantitative characteristic was carried out and patterns of changes in the flows observed in the atmosphere were revealed. From June 1999 to December 2018, about a thousand drawings were processed. The study revealed a decrease in self-similar entropy calculated using a nonlinear multifractal spectrum in images of the Jupiter atmosphere and an increase in the two-dimensional form of the coefficient.

**Key words:** giant planet Jupiter, atmosphere, nonlinear analysis, information -entropy analysis, Great Red Spot, telescope.

М. Е. Жумадиллаева, М.К. Алпысбай, Н. Ш. Алимгазинова

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы.

E-mail: erzhanovna.96@mail.ru)

АЛЫП-ГАЛАМШАР ЮПИТЕР АТМОСФЕРАСЫНЫҢ ФОТОГРАФИЯЛЫҚ  
БЕЙНЕЛЕРИНІҢ БЕЙСЫЗЫҚ ТАЛДАУЫ

**Аннотация.** Беріліп отырған зерттеу жұмысы алып-галамшар Юпитер атмосферасының фотографиялық бейнелерін талдауда жаңа бағыт болып табылады. Бұл жұмыста Юпитер ғаламшарының атмосфералық ағыны құрылымын сипаттауда информация-энтропиялық талдау негізінде динамикалық-хаос теориясы әдісі қолданылды. MatLab – компьютерлік модельдеу ортасында екі өлшемді сигналдар үшін бейсзық сипаттамаларды есептеу алгоритмі құрылды. Юпитер атмосферасын зерттеу нәтижесінде сандық сипаттама жүргізілді және атмосферада байқалатын ағындардың дозгерістеріндегі зандастықтар анықталды. 1999 жылдың маусымынан бастап 2018 жылдың желтоқсанына дейін мынға жуық суреттер өнделді. Зерттеу нәтижесінде Юпитер атмосферасы бейнелерінде бейсзық мультифракталдық спектр арқылы есептелінген өзүқсас әнтропияның азаюы және екіншемді форма коэффициентінің артуы анықталды.

**Кілт сөздер:** алып-галамшар Юпитер, атмосфера, бейсзық талдау, информация-энтропиялық талдау, Үлкен Қызыл Дақ, телескоп.

**Кіріспе**

«Ғарыш қызметі туралы» Қазақстан Республикасының 2012 жыл 6 қантар №528-і заңына сәйкес ғарыштық кеңістікті, Құн мен Жердің байланысын және ғаламшарларды зерттеу ғарыштық қызметтің ең басым бағыттарының бірі болып табылады. Оның ішінде алып-галамшарлар астрофизикада үлкен орын алып отыр. Көптеген ғылыми жариялышындар алып-галамшарларды зерттеуге алынса да, бірақ та зерттеудің кейбір кезеңдері әлі де түсініксіз болып қалуда.

Алып-галамшар Юпитер атмосферасының бетінде әрқашан да атмосферасында бұлттық түзілудің көрсететін қара қоңыр жолақтар қатары бақыланады. Бұл жолақтардың орналасуы, интенсивтілігі, түстері, ені бірнеше айлар ішінде байқарлықтай өзгерген [1].

Юпитер атмосферасының фотографиялық бейнелеріндегі атмосфералық ағыны құрылымын сипаттау үшін бейсзық мультифракталды талдау - динамикалық хаос теориясы әдісінің қолданылуы жаңа бір бағытты көрсетті.

NASA/ESA "Хаббл" ғарыш телескопы осы жаңа суретте Юпитер бұлттарының күрделі, егжеттегжейлі сұлупығын көрсетеді. Суретте ғаламшардың «танымал» Үлкен Қызыл Дағы және алдыңғы жылдарға қарағанда ғаламшардың турбуленттік атмосферасында айналатын бұлттардың қарқынды түсті палитрасы бейнеленген.



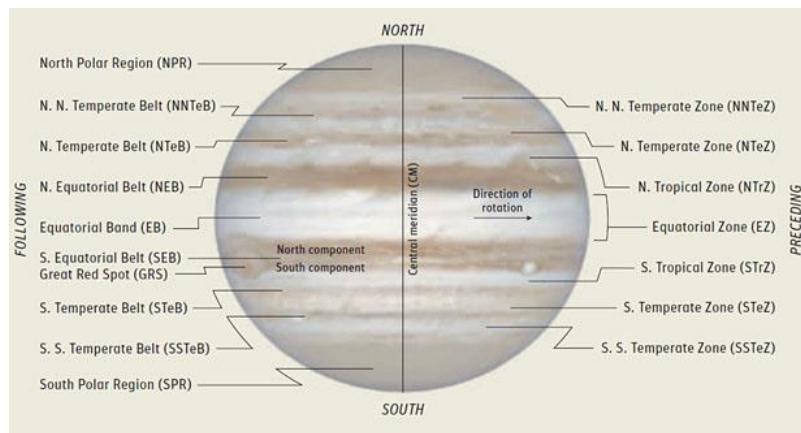
**1-сурет.** 2019 ж. 29 шілдеде NASA/ESA "Хаббл" ғарыш телескопымен түсірілген Юпитер ғаламшары [2]

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеуді жүргізу үшін негізгі мәліметтер жапондық әуескөй астроном-бақылаушылардың интернет сайынан алынды [3].

Объектілер ретінде Кристофер Го әуескөй астроном жасаған фотографиялық бейнелері колданылды. Суреттер Банилада (Себу, Фінляндия) Astrophysics AP900GTO-де орнатылған Celestron C14 көмегімен түсірілген. Skyris 132M камерасы қолданылады. RGB Starlight Xpress Motorized фільтрациялаушы дәнгелегі негізінде Chroma Technology RGB фільтрлер жиыны көмегімен жүзеге асырылды [4].

Бұл зерттеудің негізгі мақсаты Юпитер атмосферасында зоналар мен белдеулер құрылымын зерттеу. Экваторға параллель орналасқан бұлт жолактары әрбір момент сайын жоғарылаушы жылы (температура минус 147<sup>0</sup>C маңайында) немесе төмендеуші сұық (температура минус 154<sup>0</sup>C маңайында) қандай атмосфера ағындары әсерінен ұшырагандығына сәйкес қоңыр немесе ашық түстерде көрініс табады. Әдетте, ақ жолактарды зона деп, ал қоңыр жолактарды белдеулер деп, ал ақ жолактарды зона деп атая енгізілген.



**2-сурет.** Юпитердегі жолақ пен зона схемасы [5]

Юпитер атмосферасында зона мен белдеулер үлестіру құрылымын талдау үшін 10 минуттан кем емес экспозиция кезінде жасалынған суреттер қолданылды. Себебі, мұндай жағдайда белдеулер мен зоналар құрылымын айқын ажыратуға болады.

Юпитердің әрбір фотографиялық суреттері MatLab математикалық модельдеу компьютерлік ортасында өндеуге ыңғайлы форматқа ауыстырылды. Себебі, барлық есептеулер осы ортада жүргізіліп отырды.

Соңғы кездері астрофизиканың түрлі есептерін шешу мақсатында бейсізық физиканың талдау әдістері кеңінен қолданылуда. Соның ішінде құрделі біртекті емес объектілердің өзүқсас қасиеттерін бейнелеу мақсатында фракталдар мен мультифракталдар теориясы қолданылады. Оларға өте жырымдалған түрде болатын денелер, кеңістіктер және сыйықтар жатады. Табигатта түрлі геометриялық объектілер түрінде кездестін фракталдар мультифракталдар деп аталады. Фракталдардағы физикалық, химиялық және т.б. әртүрлі процестер стационар үлестіруді

генерациялай алады. Осы фракталдық өлшем деп аталауды. Фракталдық өлшемнің математикалық суреттемесі сингулярлық спектр  $f(\alpha)$  (мультифракталдық спектр функциясы) термині арқылы жүзеге асады [6].

$P$  өлшемді үлестіруі бар жиын өлшемі  $\delta$  болатын ұяшықтарға бөлінген болса, онда төмендегі өрнекті аламыз:

$$P_i(\delta) \propto \delta^{\alpha_i}, \quad (1)$$

мұндағы  $\alpha_i$  сингулярлық экспонента деп аталауды. Ондай болса

$$\alpha_i = \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\ln P_i(\delta)}{\ln \delta}. \quad (2)$$

Теңшемді үлестірілу кезінде  $\alpha_i = 1$ -ге тең.  $f(\alpha)$  сингулярлық спектрі  $\alpha$  мәніне тең сингулярлық экспонента нүктесіне сәйкес келетін  $N_\alpha$  ұяшық сандарының  $\delta$  сандарына тәуелділігін сипаттайтын:

$$N_\alpha(\delta) \propto \delta^{-f(\alpha)}. \quad (3)$$

Мультифракталдық спектр функциясын есептеуде жалпыланған статистикалық суммалар арқылы жалпыланған фракталдық өлшемділік есебіне негізделген тәсілі қолданылады:

$$Z(q, \delta) = \sum_{i=1}^{N(\delta)} P_i^q(\delta), \quad -\infty < q < +\infty \quad (4)$$

Мұндағы  $N(\delta) - \delta$  өлшемді ұяшықтар саны, ал  $q$  – біртекті еместік параметрі.  $Z$  -тің  $\delta$  -дан тәуелділігі дәрежелік сипатты көрсетеді:

$$Z(q, \delta) \propto \delta^{(q-1)D_q}, \quad (5)$$

Мұндағы  $D_q$  – жалпыланған фракталдық өлшемділік [7].

Әдетте келесідей белгілеулер қолданылады:

$$\tau(q) = (q-1)D_q, \quad (6)$$

Мұнда  $\tau(q)$  – кезектестік көрсеткіші немесе скейлингтік экспоненталар.

Монофракталдар (қарапайым) үшін  $D_q = \text{const}$  тең, мультифракталды объект үшін  $D_q$   $q$  -дің артуымен монотонды азаяды. Бұл азаюды зерттеліп отырган объектінің біртекті емес фрактал екенін растайтын диагностикалық критерий негізінде қарастыруға болады [8].

Бұл әдіс шенберінде  $f(\alpha)$  мультифракталды функция спектрі Лежандр түрлендіруі көмегімен анықталынады:

$$\begin{cases} \alpha = -\frac{d\tau}{dq}, \\ f(a) = q\alpha + \tau(q). \end{cases} \quad (7)$$

Мультифракталдың маңызды өкілдеріне нақты тәжірибеде тіркелген көптеген сигналдар сәулеленудің уақыттық ағындары, фотографиялық суреттер жатады. Тәжірибелік есептердің толық қатары үшін сөзсіз құндылықты әр түрлі табиғаты процестердің құрылымдарын талдауга қатаң түрде математикалық амалдарды қолдану көрсетеді [9].

Хаостық сигналдың энтропиясын мультифракталды спектралды функция арқылы анықтауга болады

$$f(a(q=1)) = a(q=1) = D_{q=1} = S = I_2^*, \quad (8)$$

Мұндағы  $q$ -мультифракталдық момент реті,  $a(q)$  – ұяшықтың фракталдық өлшемділігі (δ минималды масштабты құрылым),  $f(a(q))$  -  $a(q)$  сипаттамасы бар ұяшықтар жиынтығының фракталдық өлшемділігі және  $D_q$ - жалпыланған мультифракталдық өлшемділік [10].

(8)-формула бойынша анықталатын  $S = I_2^*$  энтропия ( $q=1$ ) алмасуынсыз біртекті жиындарды сипаттайтын. Яғни, өзұқсас күйіне сәйкес келеді.  $q$ -дің кез-келген таңдалап алынған мәндері үшін (8)-формуланы мына түрде жаза аламыз:

$$\frac{f}{f_{\max}} = \frac{a}{a_{\max}} = S = I_1^*, \quad (9)$$

мұндағы  $a_{\max}$ - аның максималды мәні,  $I_1^*, I_2^*$  - өзаффиндік және өзүқсас күйге сәйкес келетін энтропияның бақыланатын мәндері[11].

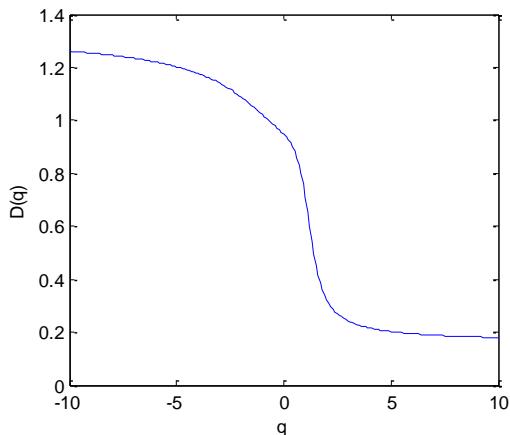
Информациялық энтропия топологиялық және метрикалық сипаттама болып табылады. Оның тәуелділігін сандық түрде сипаттау үшін тағы да басқа, мәселен таза метрикалық сипаттаманы қолдану қажетті. Ол үшін қисықтар формасының әр түрлілігін бірегей сипаттайтын ортақ, сандық сипаттаманы қолданамыз:

$$K_{x_i, x_j}^{p,q} = \frac{\left( \langle |x_i|^p \rangle \right)^{1/p} \left( \langle |x_j|^q \rangle \right)^{1/q}}{|x_i x_j|}, \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1. \quad (10)$$

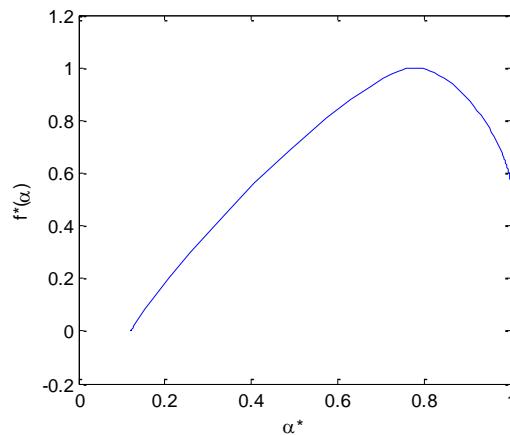
(10)-формула сигналдың жалпыланған метрикалық сипаттамасы болып табылады. Бұл сипаттама  $p=q=2$  кезінде сигнал формасының екіөлшемді коэффициентін көрсетеді [12].

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Біз, барлығы 919 суретті зерттедік. Бұл суреттер 1999 ж. маусым айы мен 2018 жылдың желтоқсан айына дейінгі аралықтағы алынған суреттер. Юпитер атмосферасының зоналары мен белдеулері құрылымдарын талдау үшін әрбір сурет үшін мультифракталдық және метрикалық сипаттамалары есептелінді, мультифракталдық спектрлер (3-сурет, б) және энтропиялық диаграммалар түргизилді.



а) мультифракталдық өлшемділіктің біртекі еместік параметріне тәуелділігі;



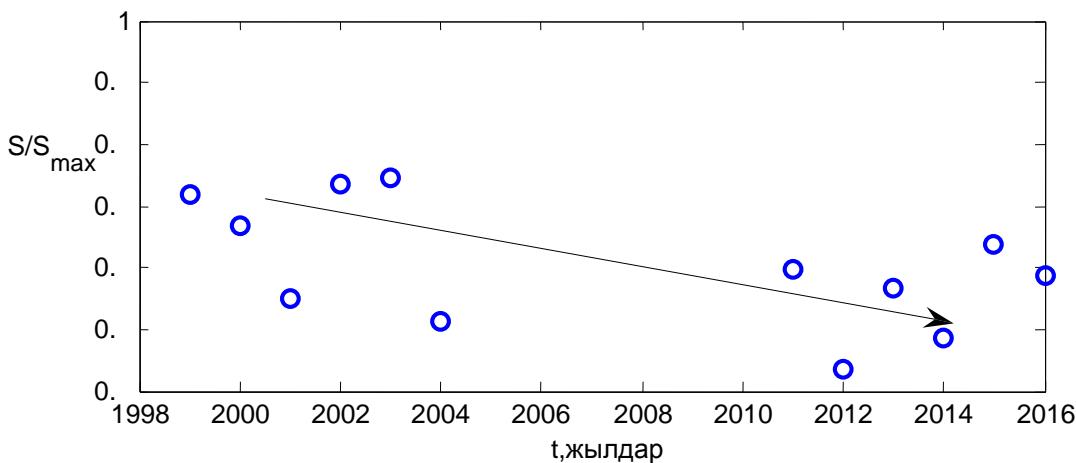
б) мультифракталдық спектр

### 3-сурет. Юпитер атмосферасының суреттерін мультифракталдық талдау

Біз, берілген аумақта нүктенің үлестірілуін сипаттайтын  $D_q$  бейнесінің жалпыланған фракталдық өлшемділігі анықталды.  $q$  біртекі еместік параметріне тәуелді етіп көрсетілген  $D_q$  функциясы (3-сурет, а) зерттеліп жатқан нүктелер жиынтығының қаншалықты біртекі емес екендігін көрсетеді.  $q \rightarrow +\infty$  кезінде негізгі үлесті  $n_i$  бөлшектердің ең үлкен санының құрайтын және сәйкесінше,  $p_i$  олардың толуының ең үлкен ықтималдылығын сипаттайтын ұшықтар жүзеге асырады. Керісінше,  $q \rightarrow -\infty$  кезінде негізгі үлесті ең аз толтыру саны  $p_i$  мәніне тең ең сиретілген ұшықтар құрайды.  $D_q$  функциясы  $q$  арқылы өзгеретін болғандықтан қарастырып отырған нүктелер жиыны мультифракталды болып табылады. Сондықтан келесі сипаттама мультифракталдық спектр функциясы арқылы анықталды[13].

Кейбір уақыт периодтарында зоналар мен белдеулер өзінің орнын өзгертуі мүмкін. Бірақ, уақыт өте қайта қалпына келеді. Біз үшін зерттеуде қызығушылықты тудырған бір уақыт периодында суреттерді зерттеу. Біз, планетасың айналу периодын және жерге қатысты оның орныны ескере отырып әр жылдағы Юпитер суреттері таңдалынып алынды. Зерттеу нәтижесінде мультифракталды спектр бойынша келесіде орташаланған өзүқастық энтропия мәні есептелінді.

Мысалы, 1999 ж. маусым айының бірнеше күндері үшін энтропияның орташа мәні  $I_2^*=0,719$ -ға, ал 14 жылдан соң дәл сол күндер үшін энтропия мәні  $I_2^*=0,597$ -ге дейін азайды. Үқсас картина 14 жылға жылжытылған басқа күндер үшін де бақыланды (3-сурет).

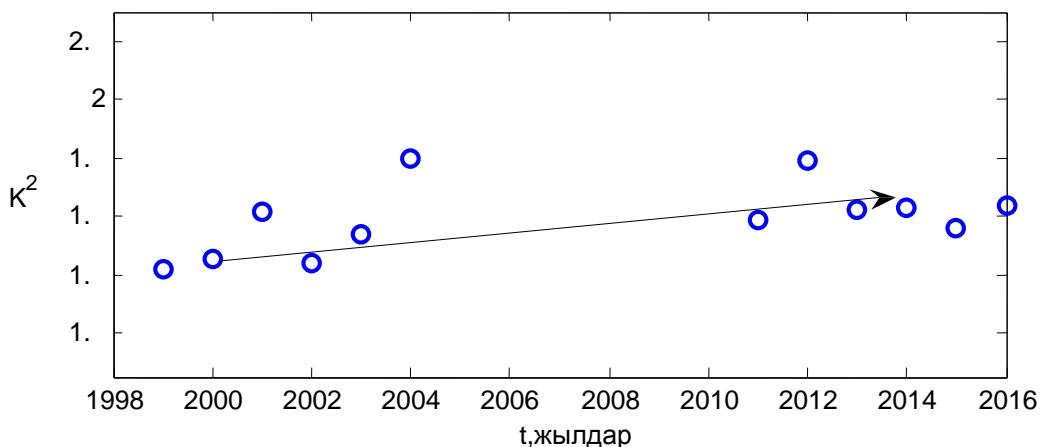


4-сурет. Юпитер атмосферасы суреттерінің өзүқсас энтропиясы

Яғни, біз Юпитердің фотографиялық суреттері үшін мультифракталды спектр негізінде есептелген өзүқсас энтропия уақыт өте азаятынын байқап тұрмыз. Мұндай азаюодың физикалық себептерінің бірі, зона мен белдеу құрылымдарының уақыт өте өзгеруі болуы мүмкін. Мұндай құбылыс бақыланып қойылған, алайда әлі де бір мәнді түсіндірулер жоқ болып табылады. Гипотезаның біреуі былай болжайды, уақыт өткен сайын ак түсті бұлттар бейнесіне төменде орналасқан коныр түсті бұлттардың бүркеленуі, жасырынуы болады, келесі болжамда газдық ағындарда химиялық өзгерістер болады дейді [14].

Энтропия азаюының келесі бір себебі ретінде телескоп сипаттамаларының жақсаруы және 90-шы ж. аяғындағы техникамен салыстырып қараганда оның құрамдасы болуы. Суреттер нақты бір аумақта және экспозицияда бір ғана бақылаушы көмегімен алынғанына қарамастан шамасы бойынша соңғы жылдардағы суреттерде әрбір бөлшек нақтырақ көрсетілген. Бұл бөлшектер белдеулер мен зоналар құрылымы жайында көп ақпарат береді[15].

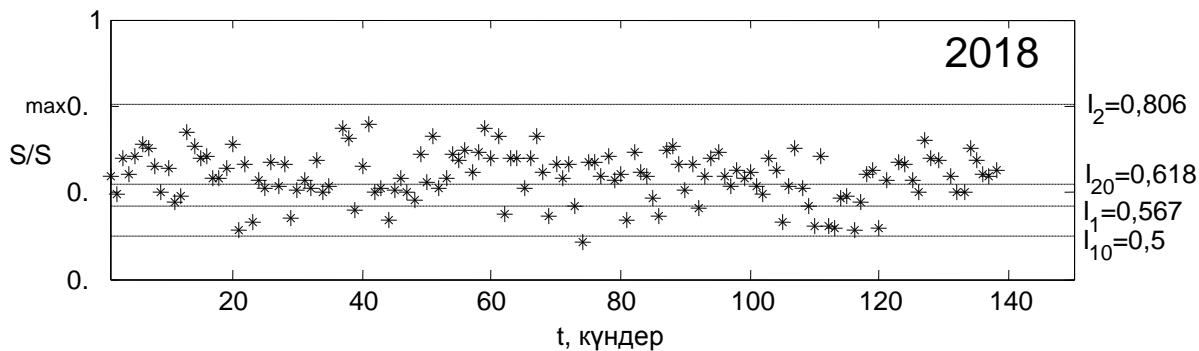
Сонымен қатар, біз түсті таратуды ұшырып бойынша үлестіру қисығы негізінде жалпыланған метрикалық сипаттама анықтадық (әрбір бейне бірдей өлшемді ұшырып аумағына бөлінді). Нәтижесінде келесі алдыңғы периодты алдық (90-шы жыл соңы).  $K_{x,y}^{2,2}$  1,42 маңында орта мәнді иеленеді, ал келесі периодта 1,66-ға дейін артады (7-сурет). Бұл, ең дұрысы, Юпитер атмосферасының суреттерінде зона мен белдеу құрылымдарының айқын ерекшеленетініне байланысты.



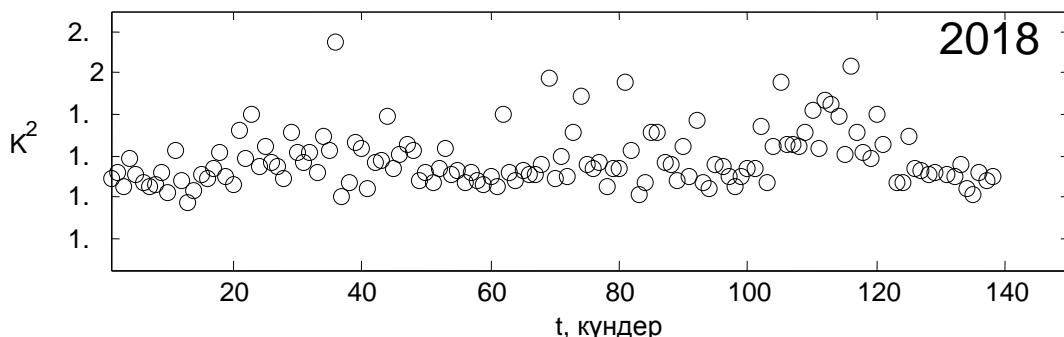
5-сурет. Юпитер атмосферасы суретіндегі түстік таратуды үлестіру қисығының жалпыланған метрикалық сипаттамасы

8-суретте көрсетілгендей, Юпитер атмосферасының бейнелерінің энтропиясы күткеніміздей өзін-өзі ұйымдастыру деңгейі шектеулі облыста орналасқан. Юпитер атмосферасындағы белдеулер мен зоналардың құрылымы, ғаламшардың өз осімен жылдам айналуы әсерінен реттелген және де олар ғаламшардың бұлт асты атмосферасына әсер ететін алып құштердің сыртқы қорінісі.

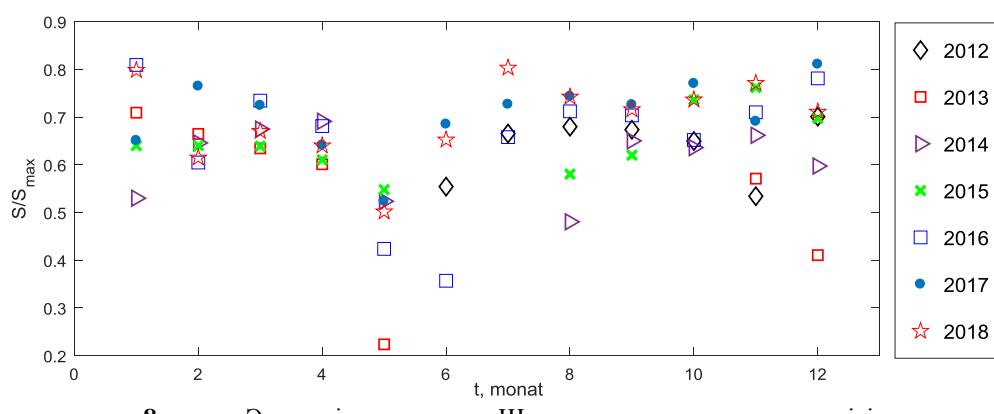
Юпитер атмосферасы бейнелерінің тұс берушілерінің қисықтық таралуының жалпыланған метрикалық сипаттамаларының жыл бойындағы өзгерісі 9-суретте көрілген. Белдеулер мен зоналар құрылымдары күрделі болмағандықтан және байқағанымыздай ашық және ток түсті жолақтардың кезетесіп таралуынан, афиннон коэффициентінің орташа мәні 1,5 тен аспайды.



6-сурет. Юпитер атмосферасы бейнелерінің 2018 жылдағы өзүқастық энтропиясының өзгерісі



7-сурет. Юпитер атмосферасы бейнелерінің жыл ішіндегі тұс берушілерінің қисықтық таралуының жалпыланған метрикалық сипаттамаларының өзгерісі



8-сурет. Эр түрлі жылдардағы Шеннон энтропиясының өзгерісі

### Қорытынды

Зерттеудің негізгі мақсаты Юпитердің атмосфералық ағыстары құрылымдарын сандық сипаттау. Зерттеу нәтижесінде мультифракталдық спектр арқылы есептелеған Юпитер атмосферасы суреттерінің өзүқас энтропиясының кемітіндігі және 19 жыл аралығындағы мәліметтерді талдау кезінде 1999 ж.-дан 2018 жылға дейінгі екі өлшемді форма коэффициентінің артатындығы анықталды. Және де энтропияның айлық орта мәндерін және әр жылдағы екіөлшемді форма коэффициентін есептеу кезінде сипаттама өзгерісінің тенденциялары өзгеретін уақыт периоды

анықталды. Осы зерттеудерден мынадай нәтиже шыгаруға болады: жұмыста көрсетілген фотографиялық суреттер арқылы Юпитер атмосферасының құрылымын зерттеу әдісі оның сандық сипаттамасын жүргізуге және оның атмосферасында құрылым өзгерісіндегі заңдылықтарды анықтауға мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Ксанфомалити Л.В. Парад планет.-М.: Наука. ФИЗМАТЛИТ, 1997-256 б.
- [2] <http://www.jpl.nasa.gov/solar-system/>
- [3] <http://alpo-j.asahikawa-med.ac.jp>
- [4] <http://astro.christone.net/jupiter/index.htm>
- [5] <http://12apr.su/books/item/f00/s00/z0000012/st047.shtml>
- [6] Жанабаев З.Ж. Самоподобие и самоаффинность хаотических систем. Приложение теории. // Матер. 6-й Межд. науч. конф. «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент». Астана, 2008. - С. 8-14.  
Ксанфомалити Л.В. Парад планет.-М.: Наука. ФИЗМАТЛИТ, 1997-256 б.
- [7] Tsallis C. Entropic nonextensivity: a possible measure of complexity, cond-mat / 0010150.
- [8] Vidmachenko A. P. Seasonal changes on Jupiter. 1. The factor activity ohemispheres //Kinematics and Physics of Celestial Bodies.—2016.—32, N 4.—P. 48—58.
- [9] Tattersall, R.: The Hum: Lognormal distribution of Planetary-Solar resonance. PatternRecogn. Phys., 1, 185-198, 2013.
- [10] <http://astro.christone.net/jupiter/jupiter2015/index.htm>
- [11] Жанабаев З.Ж. Размерности самоаффинных фракталов // Фракталы и прикладная синергетика: Тр. ФиПС-03 / Под. ред. В.С.Ивановой и В.У.Новикова. – М.: МГОУ, 2003. – С. 198-201.
- [12] Жиков В.В. Фракталы // Соросовский Образовательный Журнал. - 1996. - № 12.
- [13] Алимгазинова Н.Ш., Наурбаева А.Ж., Манапбаева А.Б., Изтлеуов Н.Т., Икрамова С.Б. Юпитер атмосферасы құрылымын мультифракталды талдау // Журнал проблем эволюции открытых систем, 2018. – Т.1(20). – С.33-44. [http://peosjournal.org/sites/default/files/vipuski/peos\\_v1\\_2018.pdf](http://peosjournal.org/sites/default/files/vipuski/peos_v1_2018.pdf)
- [14] Павлов А. Н. , Анищенко В. С. Мультифрактальный анализ сложных сигналов // УФН. – 2007. - Vol. 177:8. - PP. 859–876.
- [15] <http://www.jpl.nasa.gov/missions/voyager-2/>

Жумадиллаева М. Е., Алпысбай М.К., Алимгазинова Н. Ш.

#### Нелинейный анализ фотографических снимков атмосферы планеты-гиганта Юпитера

**Резюме.** Предлагаемая исследовательская работа является новым направлением в анализе фотографических изображений атмосферы планеты гиганта Юпитера. В этой работе в описании структуры атмосферного потока планеты Юпитер использовался метод динамического хаоса на основе информационно-энтропийного анализа. В среде MatLab – компьютерного моделирования разработан алгоритм расчета нелинейных характеристик для двухмерных сигналов. В результате изучения атмосферы Юпитера была проведена количественная характеристика и выявлены закономерности изменения потоков, наблюдаемых в атмосфере. С июня 1999 года по декабрь 2018 года обработано около тысячи рисунков. В результате исследования было выявлено снижение самоподобной энтропии, рассчитанной посредством нелинейного мультифрактального спектра в изображениях атмосферы Юпитер и повышение двухмерной формы коэффициента.

**Ключевые слова:** планета-гигант Юпитер, атмосфера, нелинейный анализ, информационно-энтропийный анализ, Большое Красное Пятно, телескоп.

УДК 517. 95

**A.B. Utessov, G.I. Utessova**

(Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan  
E – mail: adilzhan\_71@mail.ru)

#### ON THE OPTIMUM DISCRETIZATION IN METRIC $L^{\infty,\infty}$ OF SOLUTIONS OF KLEIN - GORDON EQUATIONS WITH INITIAL CONDITIONS FROM NIKOLSKY'S CLASSES

**Abstract.** The classical solution of the Klein - Gordon equation with initial conditions from Nikolsky's periodic classes is represented as the sum of absolutely convergent multiple series. Therefore, the problem arises of discretization of solutions of the Klein - Gordon equation by computational aggregates constructed from finite numerical information obtained from the initial conditions. In the present work, using the trigonometric Fourier

coefficients of the initial conditions as numerical information, the problem of discretization in metric  $L^{\infty,\infty}$  of the solutions of the Klein – Gordon equation is completely solved.

**Keywords:** Klein - Gordon equation, discretization of solutions, numerical information, trigonometric Fourier coefficients.

**А.Б. Утесов, Г.И. Утесова**

(Актюбинский региональный государственный университет  
им.К.Жубанова, Актобе, Казахстан  
E – mail: adilzhan\_71@mail.ru)

## ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ В МЕТРИКЕ $L^{\infty,\infty}$ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ КЛЕЙНА – ГОРДОНА С НАЧАЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ ИЗ КЛАССОВ НИКОЛЬСКОГО

**Аннотация.** Классическое решение уравнения Клейна – Гордона с начальными условиями из периодических классов Никольского представляется в виде суммы абсолютно сходящихся кратных рядов. Поэтому возникает задача дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона вычислительными агрегатами, построенными по конечной числовой информации, полученной от начальных условий. В настоящей работе используя в качестве числовой информации тригонометрические коэффициенты Фурье начальных условий полностью решена задача дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона в метрике  $L^{\infty,\infty}$ .

**Ключевые слова:** уравнение Клейна – Гордона, дискретизация решений, числовая информация, тригонометрические коэффициенты Фурье.

### §1. Постановка задачи и формулировка теоремы

Решения многих уравнений в частных производных представляются рядами или интегралами. Поэтому возникает задача приближения (дискретизации) решений вычислительными агрегатами, построенными по конечной информации, полученной от начальных, граничных или краевых условий.

Впервые задача дискретизации была рассмотрена Н.М Коробовым для уравнения Пуассона [1, с. 185 - 190]. Исследования в этом направлении были продолжены Х.Л.Кеном и В. Юанем в [2], рассмотревшие уравнения теплопроводности. Н. Темиргалиевым и его учениками, кроме названных уравнений, были рассмотрены и другие классические уравнения математической физики и были установлены точные или близкие к точным порядки погрешности оптимальной дискретизации (см., [3] – [12]).

В данной работе мы будем заниматься оптимальной дискретизацией в метрике пространства  $L^{\infty,\infty}$  классическое решение  $u(x,t) \equiv u(x,t; f_1, f_2)$  задачи Коши для уравнения Клейна – Гордона

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \dots + \frac{\partial^2 u}{\partial x_s^2} - u \quad (0 < t < \infty, x = (x_1, \dots, x_s) \in R^s) \quad (1.1)$$

с начальными условиями

$$u(x,0) = f_1(x) \text{ и } \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = f_2(x), \quad (1.2)$$

принадлежащими периодическим классам Никольского  $H_2^{r_1}(0,1)^s$  и  $H_2^{r_2}(0,1)^s$  соответственно (определение класса  $H_2^r(0,1)^s$  см., напр. в [11]).

Пусть даны число  $N(N=2,3,\dots)$ ,  $F_i(i=1,2)$  – класс функций, заданных на  $\Omega_i$ ,  $Y$  – нормированное пространство функций, заданных на  $\Omega_Y$ . Числовая информация  $l^{(N_1, N_2)} = \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2) \right)$  объема  $N = N_1 + N_2$  о начальных

условиях  $f_1 \in F_1$  и  $f_2 \in F_2$  снимается с функционалов  $l_1^{(\tau)} : F_1 \mapsto C, \tau = 1, \dots, N_1$  и  $l_2^{(\nu)} : F_2 \mapsto C, \nu = 1, \dots, N_2$  соответственно. Алгоритм переработки информации  $\varphi_N(z_1, \dots, z_N; \cdot) : C^N \times \Omega_Y \mapsto C$  есть соответствие, которое при всяком фиксированном  $(z_1, \dots, z_N) \in C^N$  как функция от  $(\cdot)$  есть элемент  $Y$ . Далее,  $\left( l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N \right)$  есть вычислительный агрегат дискретизации, действующий по правилу  $\varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot \right), D_{(N_1, N_2)}$  есть множество всех вычислительных агрегатов  $\left( l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N \right)$  и  $D_N = \cup D_{(N_1, N_2)}$ , где объединение осуществляется по всем парам  $(N_1, N_2) : N_1 + N_2 = N$ .

Для заданных  $F_1, F_2, Y$  и  $D_N$  положим

$$\delta_N(D_N; F_1; F_2)_Y = \min_{N_1 + N_2 = N} \inf_{\left( l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N \right) \in D_N} \delta_N \left( \left( l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N \right); F_1, F_2 \right)_Y, \quad (1.3)$$

где  $\delta_N \left( \left( l^{(N_1, N_2)}, \varphi_N \right); F_1, F_2 \right)_Y = \sup_{(f_1, f_2) \in F_1 \times F_2} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - \varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot \right) \right\|_Y$ .

В рамках приведенных выше обозначений и определений задача оптимальной дискретизации в метрике пространства  $Y$  решений  $u(x, t; f_1, f_2)$  уравнения Клейна – Гордона по числовой информации, полученной от начальных условий  $f_1 \in F_1$  и  $f_2 \in F_2$ , заключается в установлении точного порядка величины (1.3) и в указании вычислительного агрегата  $(\bar{l}^{(\bar{N}_1, \bar{N}_2)}, \bar{\varphi}_N)$ , реализующего точный порядок.

Конкретизируя в (1.3)  $D_N, F_1, F_2, Y$  получаем различные задачи оптимальной дискретизации решений уравнения Клейна – Гордона (см., напр. [13, с. 35 – 39]).

В настоящей работе (определение пространства  $L^{\infty, \infty}$  см., напр. в [9]) при  $F_1 = H_2^{r_1}(0,1)^s$ ,

$$F_2 = H_2^{r_2}(0,1)^s, Y = L^{\infty, \infty}, D_N = \Phi_N \times \{\varphi_N\},$$

где  $\Phi_N = \cup \Phi_{(N_1, N_2)}$ , а  $\Phi_{(N_1, N_2)}$  есть множество функционалов – тригонометрических коэффициентов Фурье

$$l_1^{(1)}(f_1) = \hat{f}_1 \left( m_1^{(1)} \right), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1) = \hat{f}_1 \left( m_1^{(N_1)} \right), l_2^{(1)}(f_2) = \hat{f}_2 \left( m_2^{(1)} \right), \dots, \\ l_2^{(N_2)}(f_2) = \hat{f}_2 \left( m_2^{(N_2)} \right),$$

доказана следующая

**Теорема.** Пусть даны целое положительное число  $s$  и действительные числа  $r_1 > 1+s/2$ ,  $r_2 > 2+s/2$ . Тогда для каждого  $N = N_1 + N_2$  ( $N_1 = (2K_1+1)^s$  ( $K_1 = 1, 2, \dots$ )),  $N_2 = (2K_2+1)^s$  ( $K_2 = 1, 2, \dots$ )) имеет место соотношение

$$\delta_N \left( \Phi_N \times \{\varphi_N\}; H_2^{r_1}(0,1)^s; H_2^{r_2}(0,1)^s \right)_{L^{\infty, \infty} s, r_1, r_2} \asymp \frac{\sqrt{N}}{N^{\min\{r_1, r_2 + 1\}/s}},$$

причем точный порядок реализуется вычислительным агрегатом

$$\begin{aligned} \left( \bar{l}^{(\bar{N}_1, \bar{N}_2)}, \bar{\varphi}_N \right)_{(x,t)} = & \sum_{m \in A_1} \hat{f}_1(m) \cos \left( t \sqrt{4\pi^2(m,m)+1} \right) \cdot e^{2\pi i(m,x)} + \\ & + \sum_{m \in A_2} \hat{f}_2(m) \frac{\sin \left( t \sqrt{4\pi^2(m,m)+1} \right)}{\sqrt{4\pi^2(m,m)+1}} \cdot e^{2\pi i(m,x)}, \end{aligned}$$

где целые положительные  $\bar{N}_1, \bar{N}_2$  такие, что

$$\begin{aligned} \min_{\substack{N_1 + N_2 = N, \\ N_1, N_2 = 1, 2, \dots}} & \left( \frac{1}{N_1^{r_1/s}} + \frac{1}{N_2^{(r_2+1)/s}} \right) = \frac{1}{\bar{N}_1^{r_1/s}} + \frac{1}{\bar{N}_2^{(r_2+1)/s}}, \\ A_1 = \{m \in Z^s : \|m\| \leq \bar{K}_1\}, A_2 = \{m \in Z^s : \|m\| \leq \bar{K}_2\}. \end{aligned} \quad (1.4)$$

## §2. Доказательство теоремы

Всюду ниже через  $|E|$  будем обозначать количество элементов конечного множества  $E$ .

Как обычно,  $[a]$  есть целая часть числа  $a$ .

Нам понадобятся следующие две леммы из работы [11]:

Лемма 1. Пусть заданы целое положительное число  $s$ , положительные числа  $r_1$  и  $r_2$  такие, что  $r_1 > 1+s/2$ ,  $r_2 > 2+s/2$ . Тогда для каждой пары функций  $f_1, f_2$  задача (1.1) – (1.2) имеет классическое решение, представимое в виде абсолютно сходящегося ряда

$$u(x, t) \equiv u(x, t; f_1, f_2) = \sum_{m \in Z^s} \left( \hat{f}_1(m) \rho_m'(t) + \hat{f}_2(m) \rho_m(t) \right) e^{2\pi i(m, x)},$$

где  $\rho_m(t) = \frac{\sin \left( t \sqrt{4\pi^2(m,m)+1} \right)}{\sqrt{4\pi^2(m,m)+1}}$ ,  $m \in Z^s$ ,  $t \geq 0$ .

Лемма 2. Пусть даны положительные числа  $\alpha_1, \alpha_2, c_1$  и  $c_2$ . Тогда для каждого  $N = 2, 3, \dots$  верно соотношение

$$\min_{\substack{N_1 + N_2 = N, \\ N_1 \geq 1, N_2 \geq 1}} \left( c_1 N_1^{-\alpha_1} + c_2 N_2^{-\alpha_2} \right)_{\alpha_1, \alpha_2, c_1, c_2} \asymp N^{-\min\{\alpha_1, \alpha_2\}}$$

Перейдем к доказательству. Согласно лемме 1 имеет место равенство

$$\begin{aligned}
 u(x, t; f_1, f_2) - \bar{\varphi}_N &\left( \left[ \bar{l}_1^{(1)}(f_1), \dots, \bar{l}_1^{(\bar{N}_1)}(f_1), \bar{l}_2^{(1)}(f_2), \dots, \bar{l}_2^{(\bar{N}_2)}(f_2); x, t \right] \right) = \\
 &= \sum_{m \in Z^s \setminus A_1} \hat{f}_1(m) \rho'_m(t) e^{2\pi i(m, x)} + \\
 &+ \sum_{Z^s \setminus A_2} \hat{f}_2(m) \rho_m(t) e^{2\pi i(m, x)} = S_1(x, t) + S_2(x, t). \quad (2.1)
 \end{aligned}$$

В силу неравенства Коши – Буняковского и включения  $f_i \in H_2^{r_i}(0,1)^s$ , для каждого  $k = 1, 2, 3, \dots$  имеем

$$\sum_{2^{k-1} \leq \|m\| < 2^k} |\hat{f}_i(m)| s \frac{1}{2^{k(r_i - s/2)}}. \quad (2.2)$$

Теперь при фиксированном  $t \geq 0$  оценим сверху  $L^\infty \equiv C$  – норму первого слагаемого правой части (2.1). Обозначим через  $l_i$ , ( $i=1,2$ ) некоторое целое положительное число, удовлетворяющее неравенствам  $2^{l_i} \leq \bar{K}_i < 2^{l_i+1}$ . Так как

$$\|S_1(\cdot, t)\|_C \leq \sum_{\|m\| > \bar{K}_1} |\hat{f}_1(m)| \leq \sum_{\|m\| \geq 2^{l_1}} |\hat{f}_1(m)| = \sum_{k=l_1+1}^{+\infty} 2^{k-1} \sum_{\|m\| < 2^k} |\hat{f}_1(m)|,$$

то согласно (2.2) получим

$$\|S_1(\cdot, t)\|_C \ll \sum_{s, r_1, k=l_1+1}^{+\infty} \frac{1}{2^{k(r_1 - s/2)}} \ll \frac{\sqrt{N_1}}{2^{r_1/s}}. \quad (2.3)$$

Далее, при фиксированном  $t \geq 0$  оценим сверху  $L^\infty \equiv C$  – норму второго слагаемого правой части (2.1). Поскольку

$$\begin{aligned}
 \|S_2(\cdot, t)\|_C &\leq \sum_{\|m\| > \bar{K}_2} |\hat{f}_2(m)| \cdot |\rho_m(t)| \leq \sum_{\|m\| \geq 2^{l_2}} |\hat{f}_2(m)| \cdot |\rho_m(t)| \leq \\
 &\leq \sum_{\|m\| \geq 2^{l_2}} |\hat{f}_2(m)| \cdot \frac{1}{\sqrt{4\pi^2(m, m) + 1}} \ll \sum_{\|m\| \geq 2^{l_2}} |\hat{f}_2(m)| \cdot \frac{1}{\|m\|} \ll \\
 &\ll \frac{1}{2^{l_2}} \sum_{\|m\| \geq 2^{l_2}} |\hat{f}_2(m)| \ll \frac{1}{2^{l_2}} \sum_{k=l_2+1}^{+\infty} 2^{k-1} \sum_{\|m\| < 2^k} |\hat{f}_2(m)|,
 \end{aligned}$$

то ссылаясь на (2.2), имеем

$$\|S_2(\cdot, t)\|_C \ll \frac{1}{2^{l_2}} \sum_{k=l_2+1}^{+\infty} \frac{1}{2^{k(r_2 - s/2)}} \ll \frac{\sqrt{N_2}}{2^{(r_2+1)/s}},$$

откуда, учитывая (2.1) и (2.3) выводим неравенство

$$\begin{aligned} \left\| u(\cdot; t; f_1, f_2) - \bar{\varphi}_N \left( \bar{l}_1^{(1)}(f_1), \dots, \bar{l}_1^{(\bar{N}_1)}(f_1), \bar{l}_2^{(1)}(f_2), \dots, \bar{l}_2^{(\bar{N}_2)}(f_2); \cdot, t \right) \right\|_{C^{s, r_1, r_2}} &<< \\ &<<_{s, r_1, r_2} \frac{\sqrt{\bar{N}_1}}{N_1^{r_1/s}} + \frac{\sqrt{\bar{N}_2}}{N_2^{(r_2+1)/s}}. \end{aligned} \quad (2.4)$$

Правая часть (2.4) не зависит от пары  $(f_1, f_2) \in H_2^{r_1}(0,1)^s \times H_2^{r_2}(0,1)^s$  и переменной  $t \geq 0$ .

Следовательно, в силу (1.4) и леммы 2, имеем

$$\delta_N \left( \left( \bar{l}^{(\bar{N}_1, \bar{N}_2)}, \bar{\varphi}_N \right); H_2^{r_1}, H_2^{r_2} \right)_{L^{\infty, \infty}} <<_{s, r_1, r_2} \frac{\sqrt{N}}{N^{\min\{r_1, (r_2+1)\}/s}}. \quad (2.5)$$

Далее, оценим снизу величину  $\delta_N \left( \Phi_N; H_2^{r_1}; H_2^{r_2} \right)_{L^{\infty, \infty}}$ .

Пусть дано целое положительное число  $N \geq 2$  и пусть целые положительные числа  $N_1$  и  $N_2$  такие, что  $N_1 + N_2 = N$ . Пусть также даны функционалы  $l_1^{(1)}(f_1) = \hat{f}_1 \left( m_1^{(1)} \right), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1) = \hat{f}_1 \left( m_1^{(N_1)} \right), l_2^{(1)}(f_2) = \hat{f}_2 \left( m_2^{(1)} \right), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2) = \hat{f}_2 \left( m_2^{(N_2)} \right)$  и функция  $\varphi_N(z_1, \dots, z_N; \cdot)$  – алгоритм переработки числовой информации объема  $N = N_1 + N_2$ .

В работе [14] доказано, что при некотором  $c(r_i, s) > 0, (i=1,2)$  функция

$$p_i(x) = \frac{c(r_i, s)}{N_i^{r_i/s} \sqrt{N_i}} \sum_{m \in G_i^* \setminus G_i} e^{2\pi i(m, x)},$$

где  $G_i = \left\{ m_i^{(1)}, m_i^{(2)}, \dots, m_i^{(N_i)} \right\} \subset Z^s$ ,  $G_i^* = \left\{ m \in Z^s : \left[ N_i^{1/s} \right] \leq \|m\| \leq 3 \left[ N_i^{1/s} \right] \right\}$ ,

принадлежит классу  $W_2^{r_i}(0,1)^s$  (определение класса  $W_2^r(0,1)^s$  см. там же). Следовательно, в силу вложения  $W_2^r(0,1)^s \subset H_2^r(0,1)^s$  (см., напр. [15, с. 230]), имеет место включение  $p_i(x) \in H_2^{r_i}(0,1)^s, (i=1,2)$ . Принимая во внимание неравенство  $|G_i^* \setminus G_i| > N_i$ , оценим снизу  $C$ -норму функции  $p_i, (i=1,2)$ :

$$\|p_i\|_C = \frac{c(r_i, s)}{2^r N_i^{r/s} \sqrt{N_i}} \left( \sum_{m \in G_i^* \setminus G_i} 1 \right) >> \frac{\sqrt{N_i}}{N_i^{r/s}}. \quad (2.6)$$

Из определения функции  $p_1$  непосредственно следуют равенства

$$l_1^{(1)}(p_1) = \hat{p}_1 \left( m_1^{(1)} \right) = 0, \dots, l_1^{(N_1)}(p_1) = \hat{p}_1 \left( m_1^{(N_1)} \right) = 0,$$

откуда, учитывая включения  $p_1 \in H_2^{r_1}(0,1)^s, (-p_1) \in H_2^{r_1}(0,1)^s$ , получим

$$\begin{aligned} & \sup_{(f_1, f_2) \in H_2^{r_1} \times H_2^{r_2}} \sup_{t \geq 0} \|u(\cdot, t; f_1, f_2) - \\ & - \varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2) \right) \right\|_C \geq \\ & \geq \frac{\|u(\cdot, 0; p_1, 0) - \varphi_N(0, \dots, 0, 0) - (u(\cdot, 0; (-p_1), 0) - \varphi_N(0, \dots, 0, 0))\|_C}{2} = \\ & = \|u(\cdot, 0; p_1, 0)\|_C = \|p_1\|_C. \end{aligned}$$

Следовательно, в силу неравенства (2.6), имеем

$$\sup_{(f_1, f_2) \in H_2^{r_1} \times H_2^{r_2}} \|u(\cdot; f_1, f_2) - \varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), \right. \\ \left. l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot \right) \|_{L^{\infty, \infty}} >> \frac{1}{N_1^{r_1/s}}. \quad (2.7)$$

Для всех  $m \in G_2^*$  при  $t_0 = \frac{1}{9\pi\sqrt{s}N_2^{1/s}}$  справедливы неравенства

$$\frac{1}{9\sqrt{s}} < t_0 \sqrt{4\pi^2(m, m) + 1} < 1, \text{ откуда } \rho_m(t_0) = \frac{\sin \left( t_0 \sqrt{4\pi^2(m, m) + 1} \right)}{\sqrt{4\pi^2(m, m) + 1}} >> \frac{1}{s N_2^{1/s}}.$$

Поэтому, с учетом  $|G_2^* \setminus G_2| > N_i$ , имеем

$$\|u(\cdot, t_0; 0, p_2)\|_C \geq \sum_{m \in G_2^* \setminus G_2} \hat{p}_2(m) \rho_m(t_0) >> \frac{1}{N_2^{(r_2+1)/s}}. \quad (2.8)$$

Так как  $l_2^{(1)}(p_2) = \hat{p}_2 \left( m_2^{(1)} \right) = 0, \dots, l_2^{(N_2)}(p_2) = \hat{p}_2 \left( m_2^{(N_2)} \right) = 0$ , то из неравенств

$$\begin{aligned} & \sup_{(f_1, f_2) \in H_2^{r_1} \times H_2^{r_2}} \sup_{t \geq 0} \left\| u(\cdot, t; f_1, f_2) - \varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), \right. \right. \\ & \quad \left. \left. l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot, t \right) \right\|_C \geq \\ & \geq \max \left\{ \left\| u(\cdot, t_0; 0, p_2) - \varphi_N (0, \dots, 0; \cdot, t_0) \right\|_C, \left\| u(\cdot, t_0; 0, (-p_2)) - \varphi_N (0, \dots, 0; \cdot, t_0) \right\|_C \right\} \geq \end{aligned}$$

и (2.8) вытекает

$$\sup_{(f_1, f_2) \in H_2^{r_1} \times H_2^{r_2}} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - \varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), \right. \right. \\ \left. \left. l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot \right) \right\|_{L^{\infty, \infty} r_2, s N_2^{(r_2+1)/s}} \gg \frac{1}{N_2^{(r_2+1)/s}},$$

что совместно с (2.7) дает оценку

$$\sup_{(f_1, f_2) \in H_2^{r_1} \times H_2^{r_2}} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - \varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), \right. \right. \\ \left. \left. l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot \right) \right\|_{L^{\infty, \infty} r_2, s N_1^{r_1/s} N_2^{(r_2+1)/s}} \gg \frac{1}{N_1^{r_1/s}} + \frac{1}{N_2^{(r_2+1)/s}}.$$

Стало быть, в силу произвольности функционалов  $l_1^{(1)}(f_1) = \hat{f}_1(m_1^{(1)})$ ,

$$\dots, l_1^{(N_1)}(f_1) = \hat{f}_1(m_1^{(N_1)}), \quad l_2^{(1)}(f_2) = \hat{f}_2(m_2^{(1)}), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2) = \hat{f}_2(m_2^{(N_2)})$$

и функции  $\varphi_N$  имеем

$$\inf_{\left( l^{(N_1, N_1)}, \varphi_N \right) \in \Phi_N} \sup_{(f_1, f_2) \in H_2^{r_1} \times H_2^{r_2}} \left\| u(\cdot; f_1, f_2) - \varphi_N \left( l_1^{(1)}(f_1), \dots, l_1^{(N_1)}(f_1), \right. \right. \\ \left. \left. l_2^{(1)}(f_2), \dots, l_2^{(N_2)}(f_2); \cdot \right) \right\|_{L^{\infty, \infty} r_2, s N_1^{r_1/s} N_2^{(r_2+1)/s}} \gg \frac{\sqrt{N_1}}{N_1^{r_1/s}} + \frac{\sqrt{N_2}}{N_2^{(r_2+1)/s}},$$

откуда, согласно лемме 2, получим

$$\delta_N \left( \Phi_N; H_2^{r_1}, H_2^{r_2} \right)_{L^{\infty, \infty} r_1, r_2, s} \gg \frac{\sqrt{N}}{N^{\min\{r_1, r_2+1\}/s}}. \quad (2.9)$$

Так как  $\delta_N \left( \Phi_N; H_2^{r_1}, H_2^{r_2} \right)_{L^{\infty, \infty}} \leq \delta_N \left( \bar{l}^{(\bar{N}_1, \bar{N}_2)}, \bar{\varphi}_N; H_2^{r_1}, H_2^{r_2} \right)_{L^{\infty, \infty}}$ , то из

неравенств (2.5), (2.9) следуют требуемые соотношения

$$\delta_N \left( \Phi_N \times \{\varphi_N\}; H_2^{r_1}(0,1)^s; H_2^{r_2}(0,1)^s \right)_{L^{\infty, \infty} s, r_1, r_2} \asymp \frac{\sqrt{N}}{N^{\min\{r_1, r_2 + 1\}/s}},$$

$$\delta_N \left( \bar{l}^{(\bar{N}_1, \bar{N}_2)}, \bar{\varphi}_N \right)_{L^{\infty, \infty} s, r_1, r_2} \asymp \frac{\sqrt{N}}{N^{\min\{r_1, r_2 + 1\}/s}}.$$

Теорема доказана.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Н.М. Коробов. Теоретико – числовые методы в приближенном анализе. – М.: Физматгиз, 1963. – 224 с.
- [2] Loo Keng Hua, Yang Wang. Application of Number Theory to Numerical Analysis. Springer – Verlag, Berlin– Heidelberg – New York, 1981.
- [3] Темиргалиев Н. Об оптимальном восстановлении решений классических уравнений математической физики // I съезд математиков Казахстана. Тезисы докладов. Шымкент, 1996. – С.151 – 153.
- [4] Баилов Е.А. О приближенном восстановлении решений уравнения Пуассона // Вестник ЕНУ им. Л.Н.Гумилева. – 1998. – №1. С. 18 – 23.
- [5] Шангиреев Е.И. Приближенное восстановление решений задачи Коши для волнового уравнения с начальными условиями из классов Соболева, Никольского – Бесова // Вестник КазГУ им. аль-Фараби. Сер. мат., мех., инф. – 1998. №10. – С. 98 – 108.
- [6] Нурмоддин Е.А. Восстановление функций, интегралов и решений уравнения теплопроводности из  $U_2$  – классов Ульянова // Сиб. журнал вычисл. математики. РАН. Сиб. отд.– ние. – Новосибирск, 2005. – Т.8, №4. – С. 337–351.
- [7] Ажгалиев Ш. О дискретизации решений уравнения теплопроводности // Матем. заметки, 2007, Том 82, выпуск 2, стр. 177–182.
- [8] Абикенова Ш.К., Темиргалиев Н. О точном порядке информативной мощности всех возможных функционалов при дискретизации решений волнового уравнения // Дифф. уравн. 2010. Т.46. №8. С. 1201-1204.
- [9] Абикенова Ш.К., Утесов А., Темиргалиев Н. О дискретизации решений волнового уравнения с начальными условиями из обобщенных классов Соболева // Матем. заметки, 91:3 (2012), 459-463.
- [10] Кудайбергенов С.С., Сабитова С.Г. О дискретизации решений уравнения Пуассона на классе Коробова // Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 2013, том 53, №7, стр. 1082– 1093.
- [11] Ибатулин И.Ж., Темиргалиев Н. Об информативной мощности всех возможных линейных функционалов при дискретизации решений уравнения Клейна- Гордона в метрике  $L^{2,\infty}$  // Дифф. уравн. 2008. Т.44. №4. С. 491-506.
- [12] Таугынбаева Г.Е. О предельной погрешности неточной информации при оптимальной дискретизации решений уравнения теплопроводности по тригонометрическим коэффициентам Фурье // Вестник ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, – 2010. –79. №6. – С. 35 - 48.
- [13] Темиргалиев Н., Таугынбаева Г.Е., Абикенова Ш.К. Дискретизация решений уравнений в частных производных в контексте Компьютерного (вычислительного) поперечника // Вестник ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, №1 (126) / 2019. С.8-51.
- [14] Утесов А.Б., Абыкулов А.Т. Полное К(В)П – исследование задачи восстановления функций из анизотропных классов Соболева по неточным значениям их тригонометрических коэффициентов Фурье // Вестник ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, №1(122)/2018, стр. 90 - 98.
- [15] Никольский С.М. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. М.: Наука, 1977.

Өтесов Ә.Б., Өтесова Г.І.

#### Алғашқы шарттары никольский кластарында жататын клейна – гордон тендеуінің шешімдерін $L^{\infty, \infty}$ метрикасында оптимальды дискретизациялау туралы

**Андратпа.** Алғашқы шарттары периодты Никольский кластарында жататын Клейн – Гордон тендеуінің классикалық шешімі абсолютті жинақталатын еселі қатарлардың қосындысы болады. Соңдықтан Клейн – Гордон тендеуінің шешімдерін алғашқы шарттардан алынған ақырлы мәліметтер бойынша құрылған есептеу агрегаттарымен дискретизациялау есебі койылады. Осы жұмыста сандық мәлімет ретінде алғашқы шарттардың тригонометриялық Фурье коэффициенттері қарастырылып, Клейн – Гордон тендеуінің шешімдерін  $L^{\infty, \infty}$  метрикасында дискретизациялау есебі толығымен шешілді.

**Түйін сөздер:** Клейн – Гордон тендеуі, шешімдерді дискретизациялау, сандық мәлімет, тригонометриялық Фурье коэффициенттері.

UDC 517.968.78

**Kh.I. Usmanov<sup>1</sup>, K.J.Nazarova<sup>1</sup>, A.S. Zhappar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of physical and mathematical sciences, docent  
Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University

e-mail: [y\\_kairat@mail.ru](mailto:y_kairat@mail.ru), [gjinazarova@mail.ru](mailto:gjinazarova@mail.ru)

<sup>2</sup>Master student of the Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University  
e-mail: [armanai.zhappar@mail.ru](mailto:armanai.zhappar@mail.ru)

## SOLUTIONS OF INTEGRAL-DIFFERENTIAL SYSTEMS CONTAINING A PARAMETER IN EQUATIONS WITH A PULSE BOUNDARY CONDITION BY THE PARAMETERIZATION METHOD

**Annotation.** For a system of integro - differential equations with parameters in equations, the method of parameterization by parameters was used. Using the properties of the resolvent of the integral equation, the problem is reduced to an integro-differential equation that does not have a derivative on the right side of the equation. Further, on the basis of the parameterization method, algorithms for finding a solution for a system of integro-differential equations with impulse boundary conditions are proposed. By entering new parameters, the problem is reduced to a system of linear equations with respect to the entered parameters and to a special Cauchy problem.

**Keywords:** System of integral-differential equations, parameter method, parameter, impulse boundary condition, resolvent.

ӘОЖ 517.968.78

**Қ.И. Ұсманов, К.Ж.Назарова, А.С. Жаппар**

(Кожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті  
e-mail: [y\\_kairat@mail.ru](mailto:y_kairat@mail.ru), [gjinazarova@mail.ru](mailto:gjinazarova@mail.ru))

## ИМПУЛЬСТЫ ШЕТТІК ШАРТТЫ ПАРАМЕТРЛІ ИНТЕГРАЛДЫҚ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІН ПАРАМЕТРЛЕУ ӘДІСІМЕН ШЕШУ

**Аннотация.** Импульсті шеттік шартты параметрлі интегралдық дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін параметрлеу әдісі қолданылған. Параметрлеу әдісінің негізінде есептің шешімін табу алгоритмі ұсынылған. Интегралдық тендеулердің резольвентасының қасиеттерін қолданып, тендеу оң жағында туындысы жоқ интегралдық дифференциалдық тендеулерге келтірілген. Әрі қарай, жаңа параметрлерді енгізу арқылы, есеп енгізілген параметрлерге қатысты сыйықтық тендеулер жүйесі мен арнағы Коши есебініне келтірілген. Арнағы Коши есебі мен параметрлі интегралдық-дифференциалдық тендеулер жүйесінің шешімі болуының шарттары алынған.

**Түйінді сөздер.** Интегралдық-дифференциалдық тендеулер жүйесі, параметрлеу әдісі, параметр, импульсті шеттік шарт, резольвента.

$[0, T]$  кесіндісінде параметрлі интегралдық-дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін параметрлі шеттік есеп қарастырылады.

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \int_0^t K_1(t,s)x(s)ds + \int_0^t K_2(t,s)\dot{x}(s)ds + K_3(t)\mu + f(t), \\ t \in [0, T] \setminus \{\theta\}, \theta \in (0, T) \quad x \in R^n \quad (1)$$

$$x(0) + x(T) = 0, \quad x(T) = 1, \quad (2)$$

$$x(\theta - 0) + x(\theta + 0) = p, \quad p \in R^n \quad (3)$$

Мұндағы  $A(t), K_3(t)$  матрикалары және  $f(t)$  вектор-функциясы  $[0, T]$  аралығында үзіліссіз,  $K_1(t,s), K_2(t,s)$  матрицасы сәйкесінше  $[0, T] \times [0, T]$  аралығында үзіліссіз,  $\|x\| = \max_{i=1,n} |x_i|$ .

$C([0,T], R^n)$  арқылы  $[0,T]$  кесіндісінде үзіліссіз  $x: [0,T] \rightarrow R^n$  функциялар кеңістігін белгілейміз және оның нормасын

$$\|x\|_1 = \max_{t \in [0,T]} |x(t)|$$

түрінде анықтаймыз. Интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін екі нүктелі шеттік есептерді шешудің бүгінгі таңдағы өзектілігі ғылым мен техникада туындастын көптеген мәселерді шешу жолында, бір жағынан қоршаған ортандың әр түрлі жағдайларын зерттеуде интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептер теориясының практикалық қолдануының маңыздылығымен, ал екінші жағынан интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептердің шешімін құруға мүмкіндік беретін конструктивті әдістерін құру қажеттілігіне байланысты анықталады. Интегралдық-дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептер көптеген ғалымдардың еңбектерінде [1]-[13] қарастырылған.

Оң жақ бөлігінде туындысы болмagan жағдайдағы интегро-дифференциалдық теңдеулерді шешудің параметрлеу әдісі [14] жұмысында келтірілген. Импульсті шеттік шартты дифференциалдық теңдеулерге параметрлеу әдісін [15] жұмысында қолданған. Бұл жұмыста оң жағында туындысы қатысқан импульсті шеттік шартты интегралдық-дифференциалдық теңдеулер үшін кері есеп қарастырылған.

### Шарт А.

$$z(t) = \int_0^T K_2(t,s)z(s)ds + F(t) \quad (4)$$

Фредгольм текстес интегралдық теңдеу кез-келген  $F(t) \in C([0,T], R^n)$  функциясы үшін бірмәнді шешімділі болсын.

Егер А шарты орындалса, онда (1.1.4) Фредгольм текстес теңдеудің  $K_2(t,s)$  өзегі үшін  $\Gamma_2(t,s;1)$  - резольвентасы табылып, (1.1.4) интегралдық теңдеудің шешімін [16]

$$z^*(t) = F(t) + \int_0^T \Gamma_2(t,s;1)F(s)ds,$$

түрінде жазуға болады және ол үшін

$$\|z^*(t)\|_1 \leq (1 + \omega T) \|F(t)\|_1,$$

$$\text{мұндағы } \omega = \max_{t,s \in [0,T] \times [0,T]} \|\Gamma_2(t,s;1)\|.$$

А шартын пайдаланып, (1) - (3) шеттік есебін келесі түрде жаза аламыз

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= A(t)x + \int_0^T K_1(t,s)x(s)ds + K_3(t)\mu + f(t) + \\ &+ \int_0^T \Gamma_2(t,\tau;1) \left[ A(\tau)x(\tau) + \int_0^T K_1(\tau,s)x(s)ds + K_3(\tau)\mu + f(\tau) \right] d\tau, \\ t &\in [0,T] \setminus \{\theta\}, \theta \in (0,T), x \in R^n \end{aligned} \quad (5)$$

$$x(0) + x(T) = 0, x(T) = 1, \quad (6)$$

$$x(\theta-0) + x(\theta+0) = p, \quad p \in R^n \quad (7)$$

Келесі түрлендірuler жасайық

$$\int_0^T \Gamma_2(t, s; 1) \int_0^T K_1(\tau, s) x(s) ds d\tau = \int_0^T \int_0^T \Gamma_2(t, \tau; 1) K_1(\tau, s) x(s) ds d\tau = \int_0^T K_{12}(t, s) x(s) ds$$

мұндағы  $K_{12}(t, s) = \int_0^T \Gamma_2(t, \tau; 1) K_1(\tau, s) d\tau$  және

$$\tilde{K}_1(t, s) = \Gamma_2(t, \tau; 1) A(\tau) + K_{12}(t, s) + K_1(t, s),$$

$$\tilde{K}_3(t) = K_3(t) + \int_0^T \Gamma_2(t, \tau; 1) K_3(\tau) d\tau$$

$$\tilde{f}(t) = f(t) + \int_0^T \Gamma_2(t, \tau; 1) f(\tau) d\tau$$

белгілеудерін енгізсек, онда (5), (6). (7) шеттік есебін келесі түрде жазуга болады

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + \int_0^T \tilde{K}_1(t, s) x(s) ds + \tilde{K}_3(t)\mu + \tilde{f}(t), \quad t \in [0, T] \setminus \{\theta\}, \quad \theta \in (0, T), \quad x \in R^n \quad (8)$$

$$x(0) + x(T) = 0, \quad x(T) = 1, \quad (9)$$

$$x(\theta - 0) + x(\theta + 0) = p, \quad p \in R^n \quad (10)$$

(8), (9), (10) шеттік есебіне параметрлеу әдісін қолданайық [15-16].

Кез-келген  $l \in N$  санын алып,  $[0, T]$  кесіндісін  $[0, T) = \bigcup_{r=1}^{2(l+1)} [t_{r-1}, t_r)$  аралықтарға бөлейік,

мұнда  $t_0 = 0$ ,  $t_r = t_{r-1} + \frac{\theta}{l}$ ,  $r = \overline{1, l}$ ,  $t_r = t_{r-1} + \frac{T-\theta}{l}$ ,  $r = \overline{l+1, 2(l+1)}$ .  $x(t)$  функциясының әрбір  $[t_{r-1}, t_r)$ ,  $r = \overline{1, 2(l+1)}$  аралығына сығылуын  $x_r(t)$  арқылы белгілейік.

$$\frac{dx_r}{dt} = A(t)x_r + \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(t, s) x_j(s) ds + \tilde{K}_3(t)\mu + \tilde{f}(t), \quad [t_{r-1}, t_r) \quad (11)$$

$$x_1(0) + \lim_{t \rightarrow T-0} x_{2(l+1)}(t) = 0, \quad \lim_{t \rightarrow T-0} x_{2(l+1)}(t) = 1 \quad (12)$$

$$\lim_{t \rightarrow t_{l+1}-0} x_{l+1}(t) - x_{l+2}(t_{l+1}) = p, \quad p \in R^n \quad (13)$$

$$\lim_{t \rightarrow t_s-0} x_s(t) = x_{s+1}(t_s) \quad s = \overline{1, 2(l+1)} \setminus \{l+1\} \quad (14)$$

шеттік есепке көшеміз, мұнда (13), (14) теңдік-бөліктеудің ішкі нүктесіндегі үзіліссіздік шартын қамтамасыз етеді.

$\lambda_0$  арқылы  $\mu$  параметрін, ал  $\lambda_r$  арқылы  $x_r(t)$  функциясының  $t = t_{r-1}$ ,  $r = \overline{1, 2(l+1)}$  нүктесіндегі мәнін белгілеп алайық. Әрбір  $[t_{r-1}, t_r)$  аралығында  $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r$ ,  $r = \overline{1, 2(l+1)}$  алмастыруын жасайық. Онда, (11) - (14) есебі келесі шеттік есепке келтіріледі:

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)[u_r + \lambda_r] + \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(t, s) [u_j(s) + \lambda_j] ds + \tilde{K}_3(t)\lambda_0 + \tilde{f}(t), \quad [t_{r-1}, t_r) \quad (15)$$

$$u_r(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, 2(l+1)} \quad (16)$$

$$x_1(0) + \lim_{t \rightarrow T-0} x_{2(l+1)}(t) = 0, \quad \lim_{t \rightarrow T-0} x_{2(l+1)}(t) = 1 \quad (17)$$

$$\lambda_{l+1} + \lim_{t \rightarrow t_{l+1}-0} u_{l+1}(t) - \lambda_{l+2} = p \quad (18)$$

$$\lambda_s + \lim_{t \rightarrow t_s-0} u_s(t) = \lambda_{s+1}, \quad s = \overline{\{1, 2(l+1)\}} \setminus \{l+1\} \quad (19)$$

$\lambda_r$  параметрінің анықталған мәндерінде (15), (16) есебі төмендегі интегралдық теңдеулер жүйесіне пара-пар:

$$u_r(t) = \int_{t_r}^t A(\tau) u_r(\tau) d\tau + \int_{t_r}^t A(\tau) d\tau \cdot \lambda_r + \int_{t_r}^t \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) u_r(s) ds d\tau +$$

$$+ \int_{t_r}^t \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) ds d\tau \cdot \lambda_j + \int_{t_r}^t \tilde{K}_3(\tau) d\tau \cdot \lambda_0 + \int_{t_r}^t \tilde{f}(\tau) d\tau, \quad t \in [t_{r-1}, t_r] \quad (20)$$

(20) - дең  $\lim_{t \rightarrow t_r-0} u_r(t)$ ,  $r = \overline{1, 2(l+1)}$  шекті анықтап, (17) - (19) шарттарына қойсак, онда  $\lambda_r$ ,  $r = \overline{0, 2(l+1)}$  параметрлеріне қатысты сыйықтық теңдеулер жүйесін аламыз.

$$\begin{aligned} & \int_{T-t_{2l+1}}^T \tilde{K}_3(\tau) d\tau \cdot \lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^T A(\tau) d\tau \cdot \lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^T \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j+1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) \lambda_j(s) ds d\tau + \\ & = - \int_{T-t_{2l+1}}^T \tilde{f}(\tau) d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^T A(\tau) u_{2(l+1)}(\tau) d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^T \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j+1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) u_j(\tau) ds d\tau \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} & \int_{T-t_{2l+1}}^T \tilde{K}_3(\tau) d\tau \cdot \lambda_0 + \lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^T A(\tau) d\tau \cdot \lambda_{2(l+1)} + \int_{T-t_{2l+1}}^T \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j+1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) \lambda_j(s) ds d\tau + \\ & = 1 - \int_{T-t_{2l+1}}^T \tilde{f}(\tau) d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^T A(\tau) u_{2(l+1)}(\tau) d\tau - \int_{T-t_{2l+1}}^T \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j+1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) u_j(\tau) ds d\tau \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} & \int_{t_{l-1}}^{t_l} \tilde{K}_3(\tau) d\tau \cdot \lambda_0 + \lambda_{l+1} + \int_{t_{l-1}}^{t_l} A(\tau) d\tau \cdot \lambda_{l+1} + \int_{t_{l-1}}^{t_l} \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) \lambda_j(s) ds d\tau - \lambda_{l+2} = \\ & = p - \int_{t_{j-1}}^{t_j} A(\tau) u_{l+1}(\tau) d\tau - \int_{t_{j-1}}^{t_j} \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) u_j(s) ds d\tau - \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{f}(\tau) d\tau, \quad p = \overline{1, l+1} \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} & \int_{t_{s-1}}^{t_s} \tilde{K}_3(\tau) d\tau \cdot \lambda_0 + \lambda_s + \int_{t_{s-1}}^{t_s} A(\tau) \lambda_s d\tau + \int_{t_{s-1}}^{t_s} \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) \lambda_j(s) ds d\tau - \lambda_{s+1} = \\ & = - \int_{t_{s-1}}^{t_s} A(\tau) u_s d\tau - \int_{t_{s-1}}^{t_s} \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} \tilde{K}_1(\tau, s) u_j(s) ds d\tau - \int_{t_{s-1}}^{t_s} \tilde{f}(\tau) d\tau \quad s = \overline{\{1, 2(l+1)\}} \setminus \{l+1\} \end{aligned} \quad (24)$$

(21) - (24) теңдеулер жүйесінің  $\lambda_r$ ,  $r = \overline{0, 2(l+1)}$  қатысты сол жағындағы матрицаны  $Q(h)$ -деп белгілейік, ал оң жағындағы  $\tilde{f}(t)$  сәйкес интегралдарды  $F(h)$ ,  $u_r(t)$  мүшелері бар интегралдарды  $G(u, h)$ -деп белгілейік, яғни

$$F(h) = (\tilde{f}_{2(l+1)}, \tilde{f}_1, \tilde{f}_2, \dots, \tilde{f}_{2(l+1)-1})'$$

$$G(u, h) = (G_{2(l+1)}(u, h), G_1(u, h), \dots, G_{2(l+1)-1}(u, h)),$$

мұндағы

$$G_p(u, h) = \int_{t_{p-1}}^{t_p} A(\tau) u_p(\tau) d\tau + \sum_{j=1}^{2(l+1)} \int_{t_{j-1}}^{t_j} K_1(\tau, s) u_j(s) ds d\tau, f_p = \int_{t_{p-1}}^{t_p} f(\tau) d\tau, p = \overline{1, 2(l+1)}.$$

Сонда, (21) - (24) сзықтық тендеулер жүйесін келесі түрде жазуға болады:

$$Q(l)\lambda = -F(h) - G(u, h) \quad (25)$$

Сонымен,  $(\lambda, u[t])$  жұптарын табу үшін (20), (25) тұйық жүйе аламыз және оны келесі алгоритм бойынша шешеміз.

**0-қадам. а)**  $Q(h)$  матрицасының кері матрицасы бар деп есептеп,  $Q(h)\lambda = -F(h)$  тендеулер жүйесінен  $\lambda^{(0)} = (\lambda_0^{(0)}, \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{2(l+1)}^{(0)}) \in R^{n(2l+3)}$  параметрлерінің алғашқы жуықтауын анықтаймыз:  $\lambda = -[Q(h)]^{-1} F(h)$ .

**б)** табылған  $\lambda_r^{(0)}$ ,  $r = \overline{0, 2n(l+1)}$  мәндерін (15) интегралдық-дифференциалдық тендеулер жүйесінің он жағына қойып, (16) шартпен арнайы Коши есебінің  $u^{(0)}[t] = (u_1^{(0)}(t), u_2^{(0)}(t), \dots, u_{2(l+1)}^{(0)}(t))'$  шешімін анықтаймыз.

**1-қадам. а)** табылған  $u_r^{(0)}$ ,  $r = \overline{0, 2n(l+1)}$  мәндерін (25) тендеулер жүйесіне қойып және  $Q(h)$  матрицасының кері матрицасы болатындығын ескеріп,  $Q(h)\lambda = -F(h) - G(u^{(0)}, h)$  тендеулер жүйесінен  $\lambda^{(1)} = (\lambda_0^{(1)}, \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \dots, \lambda_{2(l+1)}^{(1)})'$  мәндерін анықтаймыз.

**б)** табылған  $\lambda_r^{(1)}$ ,  $r = \overline{0, 2n(l+1)}$  мәндерін (15) интегралдық-дифференциалдық тендеулер жүйесінің он жағына қойып, (16) шартпен бірге арнайы Коши есебінің  $u^{(1)}[t] = (u_1^{(1)}(t), u_2^{(1)}(t), \dots, u_{2(l+1)}^{(1)}(t))'$  шешімін анықтаймыз.

Процесті жалғастыра отырып, k-шы қадамда  $(\lambda^{(k)}, u^{(k)}[t])$ ,  $k = 0, 1, \dots$  жұптарының жүйесін анықтаймыз.

**Теорема 1.** Егер A шарты мен

$$\delta(h) = e^{\alpha h} h [(1 + \omega T)(\alpha + \beta_1 T) - \alpha] < 1,$$

$$\text{шарты орындалса, мұнда } \alpha = \max_{t \in [0, T]} \|A(t)\|, \quad \beta_1 = \max_{(t, s) \in [0, T] \times [0, T]} \|K_1(t, s)\|,$$

$$h = \max\left(\frac{\theta}{l}, \frac{T-\theta}{l}\right), \quad \alpha, \beta_1 - \text{const.}$$

Онда (15), (16) арнайы Коши есебінің жалғыз шешімі болады.

Коши есебінің бірмәнді шешімділігінің негізінде, (1), (2) есебінің шешімділігінің қажетті шартын аламыз.

**Теорема 2.** Егер I теореманың шарттары орындалса және  $Q(h)$  матрицасының кері матрицасы бар болып келесі шарттар орындалса

$$\begin{aligned} \| [Q(h)]^{-1} \| &\leq \gamma(h), \\ q(h) &= \gamma(h) (1 + \omega T) (\alpha + \beta_1 T) \frac{e^{\alpha h} - 1 + \delta(h)}{1 - \delta(h)} h < 1, \end{aligned}$$

Онда (1), (2) импульсті шеттік есептің жалғыз шешімі болады.

Теореманың дәлелдеуі А шартын ескере отырып, [17] жұмыстың 3 теоремасының дәлелдеуіне сәйкес жүргізіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] M. Turkyilmazoglu. An effective approach for numerical solutions of high-order Fredholm integro-differential equations // Applied Mathematics and Computation. - 2014. - V. 227. - P.384-398.
- [2] H. Du, G. Zhao, Ch. Zhao, Reproducing kernel method for solving Fredholm integro-differential equations with weakly singularity. J. Comput. Appl. Math. 255 (2014), pp. 122-132
- [3] T. K. Yuldashev, "A Double Inverse Problem for Fredholm Integro-Differential Equation of Elliptic Type", *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki [J. Samara State Tech. Univ., Ser. Phys. Math. Sci.]*, **2(35)** (2014), 39–49
- [4] T. K. Yuldashev, "Inverse Problem for a Fredholm Third Order Partial Integro-differential Equation", *Vestn. Samar. Gos. Tekhn. Univ., Ser. Fiz.-Mat. Nauki [J. Samara State Tech. Univ., Ser. Phys. Math. Sci.]*, **1(34)** (2014), 56–65
- [5] Dzhumabaev D.S., Necessary and Sufficient Conditions for the Solvability of Linear Boundary-value Problems for the Fredholm Integro-Differential Equation. Ukr.Math.J. 66 (2015), pp. 1200-1219.
- [6] Dzhumabaev D.S., On one approach to solve the linear boundary value problems for Fredholm integro-differential equations. Journal of Computational and Applied Mathematics. 294(2016), pp. 342-357.
- [7] Dzhumabaev D.S. Computational methods of solving the boundary value problems for the loaded differential and Fredholm integro-differential equations // Mathematical Methods in the Applied Sciences. 41(2018), No 4, pp. 1439-1462. Thomson Reuters IF 1.017
- [8] Dzhumabaev D.S. New general solutions to linear Fredholm integro-differential equations and their applications on solving the boundary value problems // Journal of Computational and Applied Mathematics, 327(2018), No 1, pp. 79-108. Thomson Reuters IF 1.357
- [9] Dzhumabaev D.S. Well-posedness of nonlocal boundary value problem for a system of loaded hyperbolic equations and an algorithm for finding its solution // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 461(2018), No 1, pp. 817-836. Thomson Reuters IF 1.064
- [10] Т. К. Yuldashev, "О разрешимости одной краевой задачи для обыкновенного интегродифференциального уравнения Фредгольма с вырожденным ядром", *Zh. Vychisl. Mat. Mat. Fiz.*, **59:2** (2019), 252–263
- [11] N. Kuznetsov, "The floating-body problem: an integro-differential equation without irregular frequencies", *Алгебра и анализ*, **31:3** (2019), 170–183
- [12] V. V. Vlasov, N. A. Rautian, "Properties of solutions of integro-differential equations arising in heat and mass transfer theory", Tr. Mosk. Mat. Obs., **75**, no. 2, MCCME, M., 2014, 219–243; *Trans. Moscow Math. Soc.*, **75** (2014), 185–204
- [13] S. K. Zaripov, "A new solution for one-class model integro-differential equations of first order with singularity in the kernel", *Mathematical Physics and Computer Simulation*, **20:4** (2017), 68–75
- [14] Джумабаев Д.С. Об одном методе решения линейной краевой задачи для интегро-дифференциального уравнения // Журнал вычисл. матем. и матем. физ. 2010. Т. 50. № 7. С. 1209-1221.
- [15] Тлеулесова А.Б. Об однозначной разрешимости двухточечной краевой задачи с импульсным воздействием // Математический журнал. -Алматы, 2004. –Т-4., №4- C.93 – 102
- [16] Вольтерра В. Теория функционалов, интегральных и интегро-дифференциальных уравнений. М., 1982, -304 с.
- [17] Бакирова Э.А. Корректная разрешимость линейной двухточечной краевой задачи для систем интегро-дифференциальных уравнений: афтореф. канд. ф.-м.н.: 01.01.02.-Алматы: ИМ МОН РК, 2006. 20-с.

Усманов Қ.И., Назарова К.Ж., Жаппар А.С.

**Решения систем интегрально-дифференциальных содердашее параметр в уравнений с импульсным краевым условием методом параметризации**

**Резюме.** Для системы интегро - дифференциальных уравнений с параметрами в уравнений был использован метод параметризации параметрами. Используя свойства резольвенты интегрального уравнения задача сводится к интегро-дифференциальному уравнению, не имеющую производную в правой части уравнения. Далее, на основе метода параметризации предложен алгоритмы нахождения решения для системы интегро-дифференциальных уравнений с импульсными краевыми условиями. Введя новые параметры, задача сведена к системе линейных уравнений относительно введенных параметров и к специальной задаче Коши.

**Ключевые слова:** Система интегрально-дифференциальных уравнений, метод параметра, параметр, импульсное краевое условие, резольвента.

# • ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 622.7

**Sh. Telkov, I. Motovilov, M. Barmenшинова**

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan)

Corresponding author e-mail: motovilov88@inbox.ru)

## STUDY OF THE EFFECT OF PRE-CONCENTRATION ON POLYMETALLIC ORE GRINDABILITY

**Abstract:** due to the decline in the quality of processed ores, the involvement in processing of poor, off-balance sheet and refractory ores, pre-enrichment processes becomes significant. Enrichment of large-piece crushed ores, due to the allocation of waste rock in the head of the technological process, allows to increase the content of useful metals, improve technological properties and improve the efficiency of ore preparation processes. On the polymetallic ore deposit of Shalkiya, studies have been carried out to assess the impact on the shredding process of pre-enriched crushed ore. The impact assessment was carried out by comparing unit performance indicators for the newly formed class Q. It has been determined that the use of the pre-enrichment process of crushed ore improves the efficiency of the process grinding by removing a piece of empty rock represented by the minerals of the elevated fortress.

**Keywords:** pre-enrichment, grinding, polymetallic ore, sieve characteristic, light fraction, heavy fraction, specific performance.

**Ш.А. Телков, И.Ю. Мотовилов, М.Б. Барменшинова**

(Satbayev University, г. Алматы, Казахстан)

E-mail: motovilov88@inbox.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ИЗМЕЛЬЧАЕМОСТЬ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД

**Аннотация:** в связи со снижением качества перерабатываемых руд, вовлечением в переработку бедных, забалансовых и труднообогатимых руд, становятся значимыми процессы предварительного обогащения. Обогащение крупнокусковых дробленых руд, за счет выделения пустой породы в голове технологического процесса, позволяет повысить содержание полезных металлов, улучшить технологические свойства и повысить эффективность процессов рудоподготовки. На полиметаллической руде месторождения Шалкия, выполнены исследования по оценке влияния на измельчаемость процесса предварительного обогащенной дробленой руды. Оценка влияния осуществлялась путем сравнения показателей удельной производительности по вновь образованному классу  $q$ . Определено, что использование процесса предварительного обогащения дробленой руды, позволяет повысить эффективность процесса измельчения за счет удаления части пустой породы, представленной минералами повышенной крепости.

**Ключевые слова:** предварительное обогащение, измельчаемость, полиметаллическая руда, ситовая характеристика, легкая фракция, тяжелая фракция, удельная производительность.

### Введение

Капитальные затраты на сооружения и оборудование дробильных и измельчительных отделений современных обогатительных фабрик достигает 50 % от общих капитальных затрат, а эксплуатационные затраты на процессы дробления и измельчения составляют не менее 50 - 70 % от общей себестоимости производимой продукции. Следовательно, выбор оптимальных режимов измельчения и нагрузок на оборудование является в каждом отдельном случае одной из первоочередных задач экономического видения технологического процесса. Нахождение условий оптимальной загрузки измельчительного оборудования во многом связано с понятием «измельчаемости» руды, т.е. ее способностью при определенных условиях с большей или меньшей

легкостью превращаться в продукт заданной крупности при измельчении [1-4].

Эффективность освоения месторождений полезных ископаемых во многом определяется разработкой и внедрением новых ресурсосберегающих технологий обогащения. При вовлечении в переработку бедных и забалансовых руд все более широкое применение находят технологии предварительного обогащения, которые позволяют добиться не только сокращения объема рудной массы, поступающей на обогатительную фабрику, но и повысить технологические показатели переработки за счет стабилизации качества минерального сырья. Кроме того, использование предконцентрации в определенной степени изменяет вещественный состав рудной массы, удаляя в хвосты пустые и слабоминерализованные породы, что ведет к повышению эффективности дальнейших процессов дробления, измельчения и обогащения [5-7].

В странах СНГ используются следующие методики определения измельчаемости руд:

- по первому способу определение измельчаемости проводят на основе промышленных или полупромышленных испытаний по измельчению большой пробы руды от исходной крупности до заданного размера в большой промышленной мельнице. Этот метод весьма дорог и занимает много времени;

- по второму способу проводят лабораторное исследование по открытому периодическому циклу измельчения в барабанной мельнице по заранее заданному времени;

- по третьему способу проводят лабораторное исследование по периодическому, но замкнутому циклу измельчения при постоянных периодах измельчения и массе навески в опыт либо при постоянной циркулирующей нагрузке.

Результатом обработки экспериментальных данных по всем методам, является удельная производительность мельницы по вновь образованному расчетному классу крупности [8-10].

За рубежом широкое распространение получили следующие способы определения измельчаемости:

- *Индекс стержневого измельчения Бонда (RW<sub>i</sub>)*

Тест на измельчаемость руды в стержневой мельнице по методике Бонда служит для определения в лабораторных условиях показателей, на основании которых можно рассчитать параметры (размеры, мощность) промышленной стержневой мельницы (RW<sub>i</sub>).

Индекс чистой работы по Бонду определяют по результатам сухого измельчения исследуемой пробы руды в лабораторной стержневой мельнице.

Индекс стержневого измельчения определяют по формуле [11,12]:

$$RW_i = 1.102 \frac{62}{(P_1)^{0.23} * ((G_{bp})^{0.625} * (\frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}}))} \quad (1)$$

где: RW<sub>i</sub> – индекс стержневого измельчения Бонда, кВт·ч/т;

P<sub>1</sub> – размер отверстия контрольного сита, использованного в teste на измельчаемость, мкм;

G<sub>bp</sub> – количество граммов подрешетного продукта (готового класса), получаемого на один оборот лабораторной мельницы Бонда (среднее значение по трем последним циклам измельчения), г/об;

P<sub>80</sub> – размер отверстия сита, соответствующий 80-ти % выхода для измельченного продукта, мкм;

F<sub>80</sub> – размер отверстия сита, соответствующий 80-ти % выхода для исходного питания мельницы, мкм.

- *Индекс шарового измельчения Бонда (BW<sub>i</sub>)*

Методика определения индекса шарового измельчения имеет много общего с методикой определения индекса стержневого измельчения. Индекс чистой работы по Бонду определяют по результатам сухого измельчения исследуемой пробы руды в лабораторной шаровой мельнице при скорости вращения барабана 70 об/мин.

Индекс шарового измельчения определяют по формуле [11,12]:

$$BW_i = 1.102 \frac{44.5}{(P_1)^{0.23} * ((G_{bp})^{0.82} * (\frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}}))} \quad (2)$$

где: BW<sub>i</sub> – индекс шарового измельчения Бонда, кВт·ч/т;

P<sub>1</sub> – размер отверстия контрольного сита, использованного в teste на измельчаемость, мкм;

G<sub>bp</sub> – количество граммов подрешетного продукта (готового класса), получаемого на один оборот лабораторной мельницы Бонда (среднее значение по трем последним циклам измельчения), г/об;

P<sub>80</sub> – размер отверстия сита, соответствующий 80-ти % выхода для измельченного продукта, мкм;

F<sub>80</sub> – размер отверстия сита, соответствующий 80-ти % выхода для исходного питания мельницы, мкм.

### **Материалы и методика исследований**

Объектом для исследования являлась полиметаллическая руда месторождения Шалкия, которая по вещественному и химическому составу, а также по содержанию свинца (0,7 – 1,0 %) и цинка (3,6 – 3,8 %) соответствует рудам в целом по месторождению Шалкия.

Особенностью минерального состава руд данного месторождения является высокое содержание трудно измельчающихся окремненных доломитов с содержанием кварца до 50 %.

Предконцентрация рудной массы изучаемого месторождения осуществлялась посредством гравитационного обогащения в тяжелых суспензиях, которая позволила выделить в крупнокусковые хвосты более 20 % пустых и слабоминерализованных пород, содержащих 0,39 % свинца и 1,51 % цинка, при этом в продукте, поступающем на обогащение, содержание свинца повысилось в 1,14 раза (с 0,82 % до 0,93 %) и цинка в 1,15 раза (с 3,75 % до 4,33 %) [2,13].

Измельчение проводилось на полученных продуктах гравитационного обогащения легкой и тяжелой фракции, а также на исходной руде.

Определение измельчаемости проб выполнялось в шаровой мельнице по методике института «Механобр», которая представляет собой имитацию открытого периодического цикла измельчения в барабанной мельнице по заранее заданному времени [8-10].

По результатам экспериментов рассчитывалась удельная производительность по вновь образованному расчетному классу крупности  $q_d$  (кг/дм<sup>3</sup>·ч) по формуле:

$$q_d = 60G * (\beta_k - \beta_n) / V_m t \quad (3)$$

где: G – масса измельчаемой навески, кг;

$V_m$  – рабочий объем мельницы, дм<sup>3</sup>;

t – продолжительность измельчения, мин;

$\beta_k, \beta_n$  – начальная и конечная массовая доля расчетного класса, доли ед..

Сравнительные опыты по измельчаемости всех исследуемых продуктов проводились до крупности -0,074 мм, т. е. для классификации материала разгрузки мельницы использовалось сито с размером отверстий 0,074 мм. Такая крупность выбрана исходя из практики обогащения полиметаллических руд, где питанием флотации является продукт с содержанием класса менее 0,074 мм – 85 - 90 %.

### **Результаты и их обсуждения**

В начале измельчения исходная руда и продукты гравитационного обогащения были пропроблены до 3,3 мм. Исходная руда и тяжелая фракция гравитационного обогащения имеют схожий гранулометрический состав и характеризуются вогнутыми ситовыми характеристиками, а легкая фракция представленная более твердыми породами и имеет прямолинейный вид (рис. 1). Вид кривых ситовых характеристик доказывает, легкая фракция по крепости выше, чем исходная руда и тяжелая фракция.

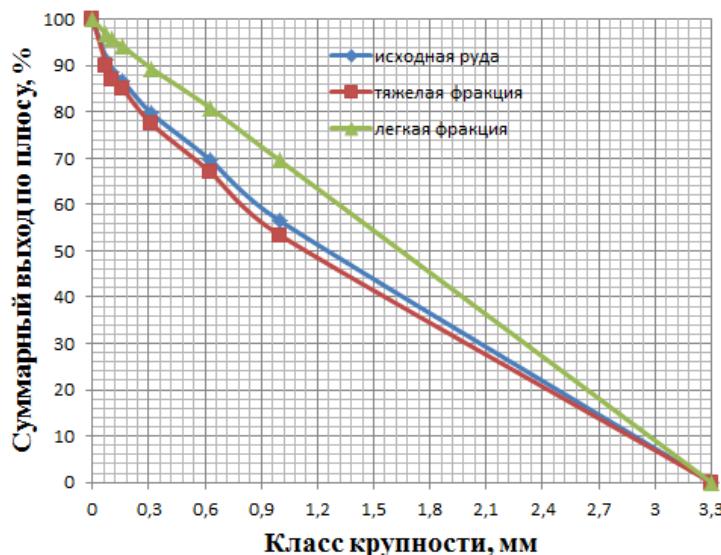


Рис. 1. Исходный гранулометрический состав исходной руды и продуктов ее гравитационного обогащения

Продукты после каждого измельчения подвергались ситовым анализам. Динамика изменения ситового состава исследованных продуктов от времени измельчения показана в таблице 1.

**Таблица 1 – Гранулометрический состав продуктов в зависимости от продолжительности измельчения**

Классы крупности, мм	Продолжительность измельчения, мин						
	0	5	10	15	20	30	40
Исходная руда							
-3+1,0	56,46	27,42	7,48	1,07	0,11	0	0
-1,0+0,63	13,17	13,18	6,19	0,81	0,03	0	0
-0,63+0,315	10,09	19,09	20,93	9,27	1,02	0	0
-0,315+0,16	7,04	12,68	20,28	26,44	17,33	1,26	0
-0,16+0,10	1,79	5,56	9,18	13,12	17,94	10,44	2,18
-0,10+0,71	2,81	3,00	5,09	6,91	9,87	11,84	7,17
-0,71+0,0	8,64	19,07	30,85	42,38	53,70	76,46	90,65
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Тяжелая фракция							
-3+1,0	53,40	27,24	7,27	1,01	0,11	0	0
-1,0+0,63	13,60	13,31	5,92	0,74	0,03	0	0
-0,63+0,315	10,45	18,96	20,62	8,49	0,90	0	0
-0,315+0,16	7,55	12,55	20,31	26,21	16,09	1,08	0
-0,16+0,10	1,85	5,49	9,17	13,19	17,98	9,51	0
-0,10+0,71	3,23	2,94	5,07	6,88	9,89	11,30	5,36
-0,71+0,0	9,92	19,51	31,64	43,48	55,00	78,11	94,64
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Легкая фракция							
-3+1,0	69,50	28,23	8,38	1,27	0,07	0	0
-1,0+0,63	11,34	12,64	7,32	1,11	0,04	0	0
-0,63+0,315	8,56	19,63	22,24	12,61	1,55	0	0
-0,315+0,16	4,84	13,21	20,15	27,44	22,59	2,02	0
-0,16+0,10	1,56	5,85	9,24	12,80	17,78	14,43	3,68
-0,10+0,71	1,00	3,27	5,18	7,06	9,81	14,12	10,63
-0,71+0,0	3,20	17,17	27,49	37,71	48,16	69,43	85,69
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Зависимость выхода класса крупнее 0,074 мм на исследованных продуктах приведена на рисунке 2.

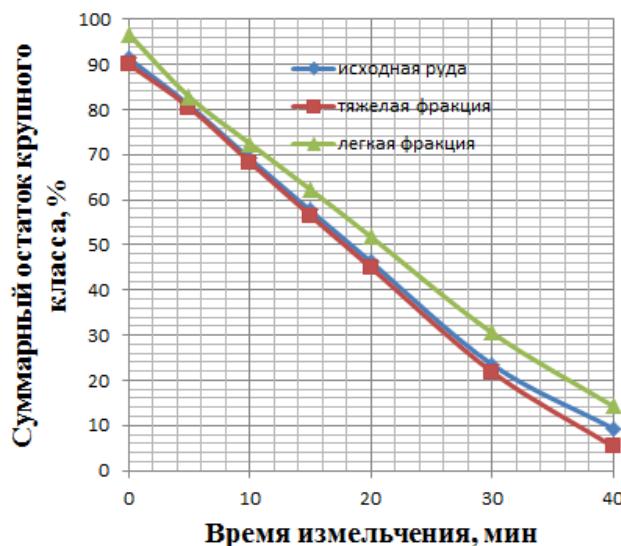


Рис. 2. Зависимость выхода класса крупнее 0,074 мм от времени измельчения

Анализ полученных результатов показывает, что наименьший остаток класса крупнее 0,074 мм получается при измельчении тяжелой фракции, а наибольший при измельчении легкой фракции. Данный факт свидетельствует, о том, что в легкую фракцию извлекается более упорные к измельчению минеральные образования.

По результатам проведенных исследований время необходимое для получения 90 % класса менее 0,074 мм и получаемые при этом удельные производительности по вновь образованному расчетному классу составили, для:

- исходной руды 39 минут 50 секунд,  $q_d = 0,256 \text{ кг}/\text{дм}^3\cdot\text{ч}$ ;
- тяжелой фракции 37 минут,  $q_d = 0,277 \text{ кг}/\text{дм}^3\cdot\text{ч}$ ;
- легкой фракции 43 минуты,  $q_d = 0,234 \text{ кг}/\text{дм}^3\cdot\text{ч}$ .

#### **Выводы:**

Удаление легкой фракции, содержащей наиболее крепкие окремненные доломиты, путем предварительного обогащения крупнокусковой руды в тяжелых суспензиях снижает прочностные свойства обогащенного продукта и способствует повышению эффективности процесса его измельчения. Удельная производительность мельницы по вновь образованному классу – 0,074 мм повышается в среднем на 8,2 %, с 0,256 до 0,277  $\text{кг}/\text{дм}^3\cdot\text{ч}$ , что снижает энергоемкость процесса измельчения.

*Работа выполнена при поддержке гранта №AP05133980*

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Алексеева С. А., Терещенко С. В. Исследование влияния предварительной концентрации на измельчаемость апатитсодержащих руд // ВЕСТНИК Кольского научного центра РАН. – 2018. – №4. – С. 61-68.
- [2] Motovilov I. Yu., Telkov Sh. A., Barmenshinova M. B., Nurmanova A. N. Examination of the preliminary gravity dressing influence on the Shalkiya deposit complex ore // Non-ferrous metals. – 2019. – №2. – Р. 3-8.
- [3] Шепелев И.И., Алгебраистова Н.К., Сахачев А.Ю., и др. Исследование измельчаемости нефелиновой руды и шлака ферротитанового производства для их переработки по спекательной технологии // Вестник ИрГТУ. – 2017. – Т.21. – №11. – С.167-178.
- [4] Туз А.А., Санаева Г.Н., Пророков А.Е., и др. Управление технологическими процессами измельчения и основные направления их автоматизации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», <http://naukovedenie.ru>. – 2016. – Т.8. – №2. – С.1-12.
- [5] Чантурдия В. А., Козлов А. П. Современные проблемы комплексной переработки труднообогатимых руд и техногенного сырья // Современные проблемы комплексной переработки труднообогатимых руд и техногенного сырья (Плаксинские чтения – 2017). – Красноярск: Сибир. федер. ун-т, 2017. – С. 3-6.
- [6] Вашилаев А. И., Брагин В. И. Прогноз эффективности предварительного радиометрического обогащения // Современные проблемы комплексной переработки труднообогатимых руд и техногенного сырья (Плаксинские чтения — 2017). – Красноярск: Сибир. федер. ун-т, 2017. – С. 125-128.
- [7] Терещенко С.В., Марчевская В.В., Маслов А.Д. и др. Формирование руды повышенного качества из добываемой рудной массы – одно из условий рациональной технологии ее переработки // Вестник МГТУ. – 1998. – Т.1. – №3. – С. 111-118.
- [8] Справочник по обогащению руд. Том I. Подготовительные процессы / под ред. О. С. Богданова, В. А. Олевского. – М.: Недра, 1972. – 349 с.
- [9] Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1990. – 301 с.
- [10] Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интермет инжиниринг, 2001. – 631 с.
- [11] Bond F.C. The third theory of comminution// Transactions on AIME Mining Engineering, 1952. – V. 193. – P. 484-494.
- [12] Федотов К.В., Сенченко А.Е., Куликов Ю.В. Метод расчета удельной энергии само-/полусамоизмельчения на основе комбинации рабочих индексов Бонда // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – №6. – С. 127-140.
- [13] Telkov Sh. A., Motovilov I. Yu., Barmenshinova M. B., Medyanik N. L., Daruvesh G. S. Substantiation of Gravity Concentration to the Shalkiya Deposit Lead-Zinc Ore // Journal of Mining Science. – 2019. – №3. – Р. 99-105.

Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменшинова М.Б.

**Полиметалл кендерінің ұсақталуына алдын ала концентрациялаудың әсерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Мақалада Шалқия кен орнының полиметалл кенін алдын ала гравитациялық байыту өнімдерінің ұсақталуын зерттеу нәтижелері берілген. Ауыр суспензиялардағы ірі кесекті кенді алдын ала

байыту арқылы аса күшті кремний доломиттен тұратын жеңіл фракцияны алып тастау байытылған өнімнің берік қасиеттерін төмендетеді және оны ұсақтау үрдісінің тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Қайта құрылған класс бойынша диірменнің меншікті өнімділігі -0,074 мм орта есеппен 8,2% - ға, 0,256-дан 0,277 кг/дм<sup>3</sup>·сағ-қа дейін көтеріледі, бұл ұсақтау үрдісінің энергия сыйымдылығын төмендетеді.

**Түйінді сөздер:** алдын ала байыту, ұсақтау, полиметалл кен, елек сипаттамасы, жеңіл фракция, ауыр фракция, меншікті өнімділік.

УДК 669.822:[66.081+66.084.8]

<sup>1</sup>A.V. Kononov, <sup>2</sup>B.O. Duissebayev, <sup>3</sup>S.N. Goncharenko, <sup>4</sup>T.A. Ketegenov

(D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University<sup>1</sup>, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan.  
JSC «Volkovgeologia», Almaty, Republic of Kazakhstan.

National University of Science & Technology «MISiS», Moscow, Russian Federation. Institute of Combustion Problems<sup>4</sup>, Almaty, Republic of Kazakhstan.)

## TO THE QUESTION OF INTENSIFICATION ON ION-EXCHANGE PROCESSES IN URANIUM PRODUCTION BY THE UNDERGROUND LEACHING BOREHOLE METHOD BY EXPOSURE TO ULTRASONIC. RESEARCHING OF THE ULTRASONIC EXPOSURE AT THE ION-EXCHANGED RESIN.

**Abstract.** This article aims to research the ultrasonic effects on the ion-exchange resin of the underground leaching borehole method mine in order to intensify ion exchange processes in the production of uranium by underground leaching borehole method. In particular, intensification of the ion exchange resin purification process from silicon compounds. It was also necessary to evaluate the effect of ultrasonic on the mechanical strength of the ion-exchange resin grains.

**Key words:** ion exchange, intensification of mass-exchange processes, ultrasonic, ionite, ion-exchange resin, sorption, desorption, implosion, cavitation, diffusion, ultrasonic oscillations.

<sup>1</sup>А.В. Кононов, <sup>2</sup>Б.О. Дүйсебаев, <sup>3</sup>С.Н. Гончаренко, <sup>4</sup>Т.А. Кетегенов

(<sup>1</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева<sup>1</sup>,  
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан.

<sup>2</sup> АО «Волковгеология», Алматы, Республика Казахстан.

<sup>3</sup> Национальный исследовательский технический университет «МИСиС», Москва, Российская Федерация.

<sup>4</sup> РГП на ПХВ "Институт проблем горения", Алматы)

## К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИОНООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ИОНООБМЕННУЮ СМОЛУ.

**Аннотация.** Целью данной статьи является исследование ультразвукового воздействия на ионообменную смолу рудника ПСВ с целью интенсификации ионообменных процессов при производстве урана методом подземного скважинного выщелачивания. В частности, интенсификация процесса очистки ионообменной смолы от соединений кремния. Необходимо также оценить влияние ультразвука на механическую прочность зерен ионообменной смолы.

**Ключевые слова:** ионный обмен, интенсификация процессов массообмена, ультразвук, ионит, ионообменная смола, сорбция, десорбция, имплозия, кавитация, диффузия, ультразвуковые колебания.

### ВВЕДЕНИЕ

В современной технологии производства урана методом подземного скважинного выщелачивания, применяемой на сегодняшний день на всех добывающих предприятиях Республики Казахстан в системе холдинга АО «НАК «Казатомпром», ионный обмен является основным, фундаментальным звеном. Для его реализации в ЦППР урановых рудников используются ионообменные смолы различных типов и марок в зависимости от индивидуальных особенностей и технологического режима каждого конкретного предприятия. Но какой бы режим не был выбран – объединяет их все одно – цикличность. При многократном использовании ионообменных смол происходит так называемое «отравление ионита» - насыщение частиц (зерен) ионообменной смолы

побочными компонентами, которые с течением времени эксплуатации, в свою очередь, ухудшают сорбционные характеристики, а также механическую прочность ионообменной смолы и уменьшают «время жизни» ионитов. Восстановление сорбционно-десорбционных и прочностных характеристик существующих ионообменных смол способствует повышению эффективности ионного обмена и, как следствие, снижению затрат.

Гидрометаллургические процессы сорбционной переработки рудного сырья на рудоуправлениях АО «НАК «Казатомпром» сопровождаются проблемой накопления кремния и других вредных примесей в порах ионообменных смол, в результате чего их технологические свойства ухудшаются, снижается емкость ионитов по урану. Так, наличие на смоле кремния в количестве 100 кг/т происходит примерно за 15-20 циклов сорбции-десорбции и при этом полная обменная емкость ионита снижается в среднем на 10% по урану. Дальнейшее отравление ионообменной смолы кремнием уже более значительно снижает емкость смолы по урану. Кроме того, накапливание на смоле кремния приводит к его кристаллизации в порах смолы и, как следствие, к потере ее механической прочности вплоть до полного разрушения.

Вероятно, что соединения кремния диффундируют в зерно ионита, внутри зерна молекулярная форма кремнезема полимеризуется под влиянием различных факторов с образованием более крупных молекул, которые вследствие их больших размеров необратимо удерживаются ионитом и не удаляются в сколько-нибудь заметном количестве десорбирующими растворами. Этот эффект оказывает отравляющее влияние на свойства ионообменной смолы и приводит к снижению скорости диффузии других ионов, что существенно ухудшает показатели на стадиях сорбции и десорбции урана - увеличиваются потери урана с жидкой фазой пульпы, снижаются рабочие емкости сорбента, увеличивается удельный расход реагентов на всех последующих стадиях после десорбции, снижается содержание урана в товарном десорбате.

В настоящее время одними из наиболее приемлемых способов удаления оксидов кремния являются щелочной и фторидный способы обескремнивания. Однако, данные способы характеризуются отрицательным воздействием на ионит. В последние годы появился ряд исследований в области применения ультразвуковой техники и технологии. На сегодняшний день в мировой уранодобывающей промышленности ультразвуковые технологии не нашли широкого применения, хотя используются в схожих процессах других отраслей промышленности. Так, существующие ультразвуковые технологии и оборудование могут применяться для повышения эффективности извлечения урана из продуктивных растворов в таких процессах, как: сорбция, десорбция, регенерация ионита, экстракция, реэкстракция и осаждение. Несомненные преимущества ультразвукового метода интенсификации процессов ионного обмена в том, что в нем не используются врачающиеся элементы внутри аппарата, не требуется остановка процессов, протекающих в ионообменных технологических аппаратах, не нарушается их целостность и герметичность.

Интенсификация ионообменных процессов ультразвуком достигается за счет уменьшения толщины диффузационного слоя. Возникающие в жидкости под влиянием ультразвуковых колебаний турбулентные потоки, имплозия и кавитация, звуковое давление и некоторые другие эффекты второго порядка изменяют характер диффузационного граничного слоя, непосредственно прилегающего к поверхности зерен ионита, толщиной которого лимитируется скорость процессов ионного обмена, что и приводит к интенсификации.

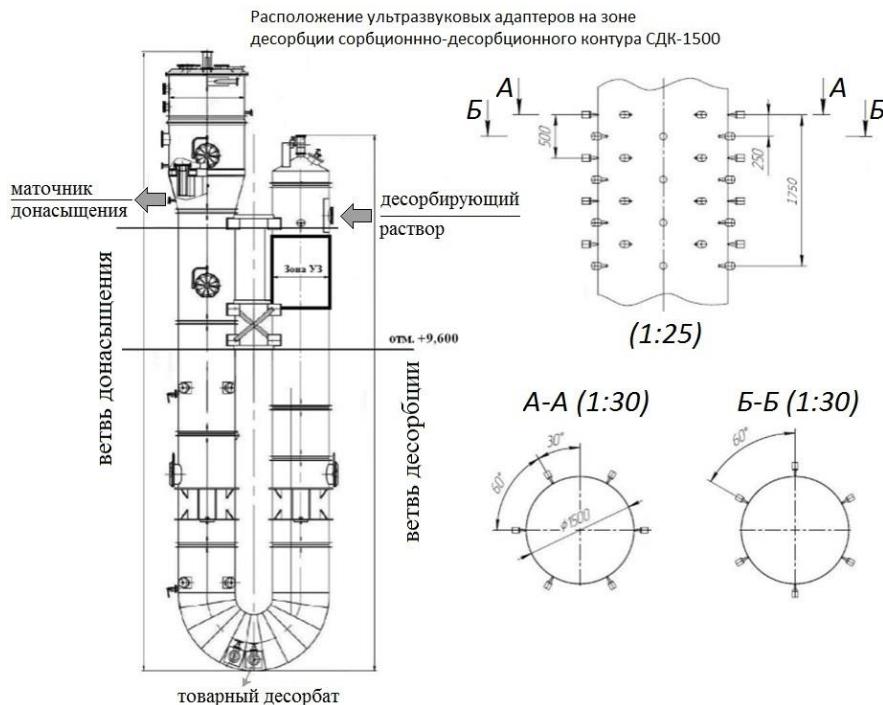
В настоящей статье представлены материалы исследования ультразвукового воздействия на ионообменную смолу рудника ПСВ с целью интенсификации ионообменных процессов при производстве урана методом подземного скважинного выщелачивания. В частности, речь пойдет об интенсификации процесса очистки ионообменной смолы от соединений кремния и оценке влияния ультразвукового воздействия на величину мехпрочности зерен ионита.

## МЕТОДЫ

Исследования по определению влияния ультразвука на ионообменную смолу проводились на ионообменной смоле в цехе переработки продуктивных растворов одного из добывающих предприятий АО «НАК «Казатомпром».

Для этого на основании данных проекта ЦППР и его технологического регламента была разработана и изготовлена ультразвуковая установка. Установленная на руднике ультразвуковая установка работает таким образом, что вырабатываемые ей ультразвуковые импульсы, частотой свыше 22 кГц, подаются непосредственно на тело ионообменной колонны посредством системы

установленных на её внешней поверхности групп ультразвуковых излучателей (рисунок 1). Периодически создаваемые УЗ излучателями импульсы воздействуют на весь рабочий внутренний объем ионообменного аппарата. Таким образом, само тело ионообменного аппарата становится источником ультразвука в той зоне, на которой установлены УЗ излучатели.



**Рис. 1.** Размещение установленных УЗ излучателей на теле контура СДК-1500.

Ультразвуковой излучатель является электромеханической нагрузкой. Принцип работы излучателя основан на изменении линейных размеров пьезокерамической пары кристаллов в преобразователе приложении к нему переменного напряжения ультразвуковой частоты. Изменение размеров пьезокерамики приводит к возникновению сдвиговой волны в излучателе и, как следствие, вибрации контактной поверхности с амплитудой в несколько десятков микрометров (см. рисунок 2). Концентратор, в свою очередь, сообщает колебания адаптеру, который крепится непосредственно на внешнюю поверхность ионообменного аппарата (в зависимости от процесса, на: СНК-3м, СДК-1500/2000, КИ-1600/2000 и др.). Ультразвуковая установка снабжена автоматическим управлением, что позволяет регулировать частоту УЗ излучения независимо для каждой из групп УЗ излучателей и работать как в дискретном, так и в непрерывном режимах.



**Рис. 2.** Способ крепления УЗ излучателя на корпусе ионообменной колонны.

Поверхность зерен ионита непрерывно очищалась в процессе работы ультразвукового оборудования. Эффективность воздействия ультразвука оценивалась по результатам анализа среднесуточных накопительных проб ионита и растворов, отобранных параллельно с двух колонн, работающих в одинаковых режимах. При этом колонна с работающим ультразвуком была экспериментальной, а без ультразвука – контрольной. Подача смолы и технологических растворов на оба ионообменных аппарата из исследуемой пары была идентичной, контролировалась автоматическими расходомерами и дозировалась в строгом соответствии с программными уставками, заданными дежурным оператором, посредством установленных командоаппаратов. Общий вид установленного УЗ оборудования на ветви десорбции контура СДК-1500, представлен на рисунке 3.



**Рис. 3.** УЗ излучатели, установленные управляемыми группами на СДК-1500

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Испытания ультразвукового воздействия на процесс нитратной десорбции в контуре СДК-1500 показали, что применение ультразвука позволяет получать более богатый на 21,7% по урану товарный десорбат. При этом, содержание в товарном десорбате железа относительно урана было снижено на 77,1%, кальция на 10,1%, диоксида кремния на 42,9% и фосфора на 46,6%.

Дальнейшие исследования были направлены на определение влияния воздействия ультразвука на механическую прочность ионообменной смолы. Все испытания проводились на ионите марки «Ambersep 920U SO<sub>4</sub>». Паспортные характеристики ионита приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Характеристики сильноосновной, макропористой анионообменной смолы марки «Ambersep 920U SO<sub>4</sub>», производства «Dow Chemical Company».**

Наименование показателя	Значение
Полимерная матрица	Макропористый сшитый полистирол
Физическая форма	Непрозрачные гранулы
Ионная форма при поставке	Сульфатная (не менее 50%)
Функциональная группа	-N+(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH
Полная ионообменная емкость	≥ 1,0 г-экв./дм <sup>3</sup> (Cl <sup>-</sup> форма)
Влагосодержание	53-65% (Cl <sup>-</sup> форма)
Товарный вес	680-710 г/дм <sup>3</sup>
Гармонический средний диаметр	0,845-1,050 мм
Коэффициент однородности	≤1,50
Содержание мелких гранул	<0,710 мм, макс.: 5,0%
Крупные гранулы	>1,180 мм, макс.: 4,0%
Максимальное обратимое набухание	Cl <sup>-</sup> → SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : около 5%
Механическая прочность	≥98%
Завод-изготовитель	Rohm and Haas France S.A.S. (Dow Chemical Company)
Страна-производитель	Франция

Перед началом эксперимента были отобраны пробы исходной (новой) смолы и промаркованы соответственно №3 и №4, см. рисунок 4. После окончания эксперимента были отобраны пробы смолы, прошедшей ультразвуковую обработку, они были промаркованы №1 и №2. На рисунке 4 видно, что пробы №3 и №4 это новая смола, только что из заводской упаковки, а пробы №1 и №2 – отличаются более темным цветом с серым оттенком, свидетельствующим об их предварительной эксплуатации.

Все пробы были отправлены на т.н. «слепой» анализ в независимую специализированную лабораторию. Результаты анализа данных проб на определение величины механической прочности зерен ионита были таковы:

- проба №1 – мех. прочность 99,0%,
- проба №2 – мех. прочность 99,5%,
- проба №3 – мех. прочность 98,0%,
- проба №4 – мех. прочность 98,0%.



Рис. 4. Пробы исходного нового ионита (3 и 4) в сравнении с пробами ионита, бывшего в эксплуатации (1 и 2).

Как видно из полученных данных, обработка зерен ионообменной смолы ультразвуком не только не повлияла на ухудшение ее механической прочности, но даже и привела, пусть к незначительному, но вполне диагностируемому и заметному их упрочнению. Это произошло за счет полной ультразвуковой очистки макропористой структуры зерен ионита, а также за счет восстановительного эффекта т.н. ультразвуковой сшивки (спайки) нитей полистирольной матрицы, поврежденных в ходе эксплуатации ионообменной смолы при ее использовании в технологическом цикле получения урана методом подземного скважинного выщелачивания.

Для большей наглядности и глубины оценки эффективности ультразвукового воздействия на ионит, были проведены анализы проб ионита на пористость.

Анализы на пористость ионита после обработки ультразвуком проводились на микроскопе «OLYMPUS». Перед проведением анализа полученные пробы смолы высушивались в сушильном шкафу при температуре 45 °С до постоянной массы. После просушки из каждой пробы смолы для анализа на микроскопе приготавливались специальные образцы.

Образцы проб ионообменной смолы, подготовленные к анализу на микроскопе «OLYMPUS», представлены на рисунках 5 и 6.

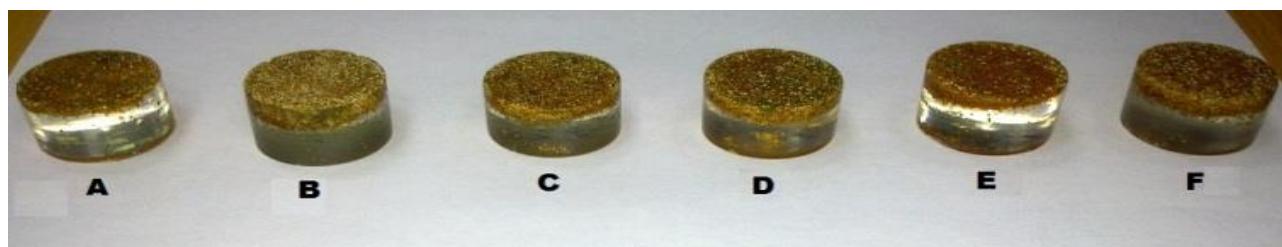


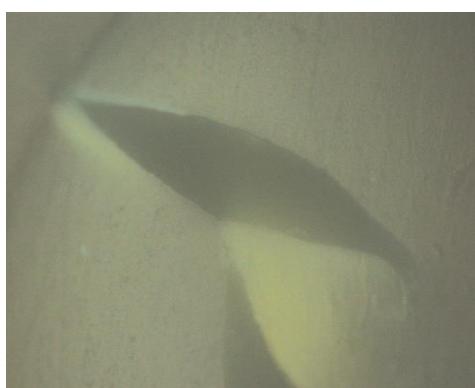
Рис. 5. Общий вид проб ионообменной смолы для анализа на микроскопе «OLYMPUS».



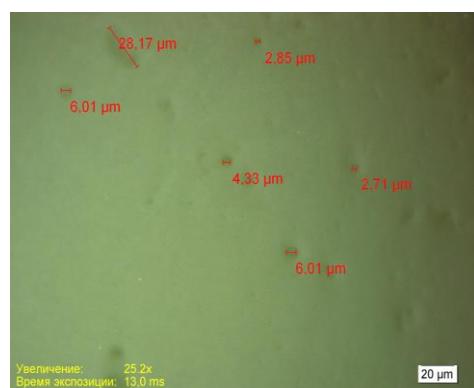
**Рис. 6.** Две пробы ионообменной смолы для анализа на микроскопе «OLYMPUS».

Микрофотографии полированных шлифов проб ионообменной смолы выполнены в отраженном свете на микроскопе «OLYMPUS» при увеличении 25,2x и 12,6x, а затем произведено измерение размеров дефектов структуры и пор в микронах при помощи программы «StreamBasic - R».

На рис. 7 - 12 представлены при разных увеличениях микрофотографии проб смолы без использования и с использованием УЗ воздействия.



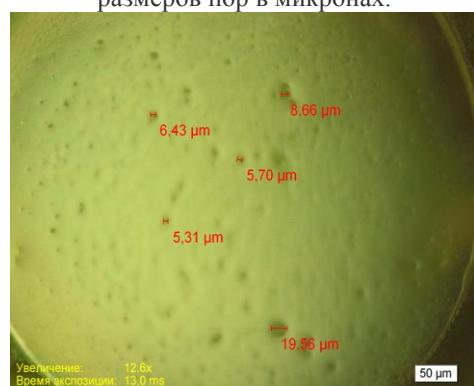
**Рис. 7.** Ионит без УЗ воздействия.



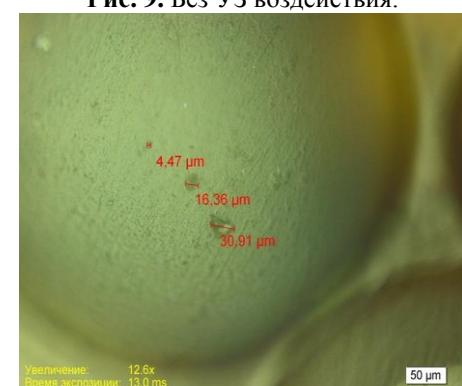
**Рис. 8.** Ионит после УЗ воздействия. Измерение размеров пор в микронах.



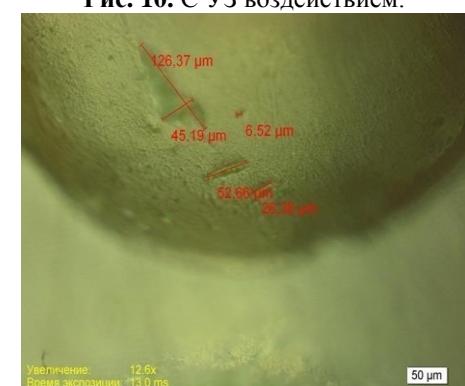
**Рис. 9.** Без УЗ воздействия.



**Рис. 10.** С УЗ воздействием.



**Рис. 11.** Без УЗ воздействия.



**Рис. 12.** С УЗ воздействием. Измерение пор в микронах.

Одной из задач работы было установить и оценить влияние интенсивности воздействия ультразвука на поры ионообменной смолы, а также исследование возможности очистки сорбента от соединений кремния. Как видно на рисунках 7, 9 и 11 - микрофотографиях смолы, не прошедшей обработку ультразвуком, открытые поры обнаружены не были. На рисунках 8, 10, 12 - в микрофотографиях смолы, которая прошла УЗ обработку, видны открывшиеся поры. Для определения степени очистки ионообменной смолы от кремния были выполнены анализы на определение содержания на смоле урана, железа и кремния. Результаты анализов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание на смоле урана железа и кремния.

Наименование продукта	Содержание на смоле, мг/кг			Степень очистки, %		
	U	Fe	Si	U	Fe	Si
Исходная смола	46,0	203	38500	0,2	35,9	40,5
Смола после УЗ обработки	45,9	130	22920			

Как видно из представленных фотографий и результатов анализов - применение исследованного способа ультразвукового воздействия на смолу позволяет обновить ее поверхность, открыть поры и очистить ее на 40% от кремния и на 36% от железа.

#### ВЫВОДЫ

Проведенные исследования ультразвукового воздействия на ионообменную смолу при производстве урана методом ПСВ с целью интенсификации ионообменных процессов, показали принципиальную возможность перспективного использования ультразвукового воздействия для интенсификации ионообменных процессов в технологическом цикле получения урана методом подземного скважинного выщелачивания. Воздействие ультразвука на процесс нитратной десорбции позволило получать более богатый на 21,7% по урану товарный десорбат. При этом, содержание в товарном десорбате железа относительно урана было снижено на 77,1%, кальция на 10,1%, диоксида кремния на 42,9% и фосфора на 46,6%. Также, опытным путем был установлен факт отсутствия негативного влияния даже продолжительного и жесткого ультразвукового воздействия на механическую прочность зерен ионообменной смолы. Наблюдался регенеративный эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] David J., Cheeke N. Fundamentals and Applications of Ultrasonic Waves. – CRC Press, 2002, 451 p.
- [2] Wilbur L. Bunch. The effect of ultrasonic sound frequencies on the viscosity of Wyoming asphalt base petroleum. – Laramie, Wyoming, 1951, UMI Number: EP23601.
- [3] Агранат Б.А. Ультразвуковая технология. – М.: Металлургия, 1974.
- [4] Розенберг, Л.Д. Источники мощного ультразвука. Фокусирующие излучатели ультразвука. – М.: Наука, 1967.
- [5] Казанцев В.Ф. Расчет ультразвуковых преобразователей для технологических установок. – М., Машиностроение, 1980.
- [6] Водолазов Л.И., Ласкорин Б.Н., Гистерезисные явления и отравление ионитов в сорбционных процессах. Сб. Гидрометаллургия, автоклавное выщелачивание, сорбция и экстракция. - М.: Наука. 1976.
- [7] Ламекин Н.С. Математическая модель диспергирования с учётом кавитации // Теоретические основы химических технологий. – 1987. Т. 21.
- [8] Теумин И.И. Ультразвуковые колебательные системы. – М., ГНТИ машиностроительной литературы, 1959.
- [9] Пьезокерамические преобразователи. Методы измерения и расчета параметров. Справочник. Под ред. С.И. Пугачева. – Л., Судостроение, 1984.
- [10] Фридман В.М. Физико-химическое действие ультразвука на гетерогенные процессы жидкостной обработки материалов. В сборнике: Применение ультразвука в химико - технологических процессах. – М., 1960.
- [11] Тананаев И.Г. Уран: учебное пособие для вузов. – Изд-во НИЯУ «МИФИ», 2011
- [12] Технологический регламент на рабочий процесс переработки растворов подземного выщелачивания с получением готовой продукции в виде оксидов природного урана на руднике ПСВ. УДК 62 (084.11):006.354. МКС 01.100, 2015.

- [13] Seak T., Leong H., Manickam S., Gregory J. O. Martin, Wu Li, Muthupandian A. Ultrasonic Production of Nano-emulsions for Bioactive Delivery in Drug and Food Applications. – Springer International Publishing, 2018, 446 p.
- [14] Datta Subhendu K.; Shah, Arvind H. Elastic Waves in Composite Media and Structures: With Applications to Ultrasonic Nondestructive Evaluation. – CRC Press LLC, 2019, 321 p.
- [15] Kundu T. Nonlinear Ultrasonic and Vibro-Acoustical Techniques for Nondestructive Evaluation. – Springer International Publishing, 2019, 759 p.
- [16] Hirao M., Ogi H. Electromagnetic Acoustic Transducers: Noncontacting Ultrasonic Measurements using EMATs. – Springer Japan, 2017, 382 p.
- [17] Wayne W. Ultrasonic welding of lithium (Li<sup>+</sup>) ion batteries. – ASME Press, 2017, 268 p.

Кононов А.В., Дүйсебаев Б.О., Гончаренко С.Н., Кетегенов Т.А.

**Ультрадыбыстың әсерімен жерасты ұғымалы сілтілеу әдісімен уран өндіру кезінде ион алмасу процестерін қарқындату туралы мәселеге. ультрадыбыстың ион алмасу шайырына әсерін зерттеу.**

**Түйіндеме.** Осы баптың мақсаты жер асты ұғымалық шаймалау әдісімен уран өндіру кезінде ион алмасу процестерін қарқындауды мақсатында ІЖҚ кеңішінің ион алмасу шайырына ультрадыбыстық әсерді зерттеу болып табылады. Атап айтқанда, ион алмасу шайырын кремний қосылыстарынан тазарту процесінің қарқындылығы. Сондай-ақ ультрадыбыстың ион алмасу шайыры дәндерінің механикалық беріктігіне әсерін бағалау қажет.

**Түйінді сөздер:** ион алмасу, массалық алмасу процестерінің қарқындылығы, ультрадыбыс, ионит, ион алмасу шайыры, сорбция, десорбция, имплозия, кавитация, диффузия, ультрадыбыстық ауытқулар.

УДК 666.943

**A.S. Kolesnikov, B.E. Zhakipbaev, N.N. Zhanikulov, O.G. Kolesnikova, R.M. Kuraev**

**ON THE USE OF TECHNOGENIC AND MINERAL RAW MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF A COMPLEX TECHNOLOGY FOR THE SYNTHESIS OF CEMENT CLINKER WITH ZINC DISTILLATION**

**Summary.** This article discusses the possibility of replacing mineral raw materials (loess clay and iron ore) with technogenic. In particular, it is proposed to use multi-tonnage waste in the form of enrichment tailings of the Balkhash processing plant in the synthesis of cement clinker with simultaneous distillation of non-ferrous metal - zinc.

The developed technology will significantly intensify the processing of natural and technogenic polymetallic raw materials at the leading cement, metallurgical and paint enterprises in Kazakhstan.

**Key words:** mineral raw materials, industrial raw materials, limestone, tailings, cement clinker, zinc sublimates.

**А.С. Колесников, Б.Е. Жакипбаев, Н.Н. Жаникулов, О.Г. Колесникова, Р.М. Кураев**  
(РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О.Ауэзова», Казахстан, e-mail: kas164@yandex.kz)

**О ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОГЕННОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА С ОТГОНКОЙ ЦИНКА**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается возможность замены минерального сырья (лессовой глины и железной руды) на техногенное. В частности, предлагается использовать много тоннажные отходы в виде хвостов обогащения Балхашской обогатительной фабрики при синтезе цементного клинкера с одновременной отгонкой цветного металла - цинка.

Разрабатываемая технология позволит значительно интенсифицировать процессы переработки природного и техногенного полиметаллического сырья на ведущих цементных, металлургических и лакокрасочных предприятиях Казахстана.

**Ключевые слова:** минеральное сырье, техногенное сырье, известняк, хвосты обогащения, цементный клинкер, возгоны цинка.

Одно из первых мест среди строительных материалов занимают вяжущие, а главным образом, цемент, получаемый из цементного клинкера путем помола. Сегодня цементный клинкер и цемент являются «хлебом» строительства и их применению нет предела. В современном мире производится ряд специальных цементов того или иного химического и минерального составов предназначенных

для достижения поставленной конкретной цели в технологии различных строительных материалов и конструкций. В частности для выполнения государственной программы «Доступное жилье 2020», уже сегодня в рамках другой государственной программы Индустриально-инновационного развития 2, уделялось и уделяется большое внимание химической промышленности, в том числе и цементной отрасли, так как именно она будет способствовать реализации программы по доступному жилью, обеспечивая строительный процесс цементом [1].

Эффективным направлением экономии энергоносителей при производстве цементного клинкера является оптимизация состава сырьевой смеси по модульным характеристикам и коэффициенту насыщения. Примером такой оптимизации может служить получение низкоосновных цементных клинкеров с прочностными характеристиками, не уступающими высокоосновным, при сохранении исходной сырьевой базы с вовлечением в нее техногенных минеральных образований в виде разного рода отходов, хвостов, отвалов и т.д.

Как известно, что основные ресурсы в производстве вяжущих материалов обеспечивались ранее за счет традиционного минерального сырья. В новых экономических реалиях этот подход качественно меняется, и отходы промышленности выступают в качестве вторичного сырья [2, 3]. Стоимость такого сырья значительно ниже, а условия переработки зачастую просты. Эти особенности экономического развития настойчиво требуют качественного изучения всех видов накопленных и неиспользуемых отходов. Одним из таких отходов являются отходы горно-обогатительной и металлургической промышленности – хвости от обогащения Балхашской обогатительной фабрики (БОФ) [4], которые содержат в своем химическом составе ряд полезных соединений, в частности, оксиды кремния, алюминия и железа, которые необходимые для получения цементного клинкера а также соединения цинка, который является одним из ценных цветных металлов в металлургической промышленности. Вместе с тем, основным образующим минералом получения цементного клинкера является кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ), содержащийся в минеральном сырье – известняке. Нами предлагается совместная комплексная переработка известняка и хвостов от обогащения Балхашской обогатительной фабрики способом высокотемпературного синтеза.

В настоящее время, в связи с уменьшением ценных металлов в рудах и все возрастающего количества труднообогатимого сырья [5, 6], экономически целесообразно и необходимо комплексно перерабатывать как бедное, некондиционное и труднодоступное минеральное сырье, так и техногенное, в частности, находящееся в отвалах, хвостах, таких стран как Казахстан, Узбекистан, Россия, Финляндия, Польша, Украина, Канада и Аргентина.

Сегодня в Казахстане как и во всем мире цементный клинкер получают на цементных заводах используя минеральное сырье в виде известняка (содержит оксид кальция), лессовой глины (содержит оксиды кремния и алюминия) и низкокачественной железной руды (содержит оксиды железа), на некоторых заводах наблюдается в последнее время замена железную руду на техногенный отход - пиритный огарок (содержит оксиды и сульфиды железа). Так вот применение техногенного отхода – пиритного огарка исключает такой затратный и долгий цикл как разработка карьера железной руды, а также ее дробление и измельчение. Аналогично этому нами предлагается использовать хвости от обогащения Балхашской обогатительной фабрики, так как они содержат в своем химическом составе такие необходимые оксиды, как оксиды, кремния, алюминия и железа, заменяя собой лесовидные глины и железную руду и сокращая при этом затраты на разработку и содержание карьеров железной руды и лесовидной глины. Относительно цветного металла – цинка, содержащегося в хвостах обогащения Балхашской обогатительной фабрики его мы планируем попутно улавливать в виде возгонов при получении цементного клинкера. Сегодня цинк добывается в Казахстане на двух предприятиях таких как Казахмыс и Усть – Каменогорский свинцово-цинковый завод из минерального сырья - руды, где содержание цинка составляет порой от 1 до 3%, которые подвергаются обязательному обогащению, образуя техногенные отвалы, которые наносят вред окружающей природной среде. На настоящий момент нигде в мире не производят совместное получение цементного клинкера и возгонов цветного металла – цинка. Предлагаемая нами технология является своим родом ноу-хау.

Таким образом, исследования и научные работы, направленные на сокращение энергетических расходов и удельных затрат сырьевых материалов, с вовлечением в производственный цикл техногенного сырья с попутным извлечением возгонов цинка и снижением вредного воздействия на окружающую среду за счет утилизации отходов при высокотемпературном синтезе цементного клинкера являются новыми и актуальными.

В связи с экономической необходимостью комплексной переработки как природного бедного,

некондиционного и труднодоступного сырья (в частности, находящегося в отвалах и на континентальном морском шельфе) так и техногенного сырья в виде отходов, хвостов и отвалов, а также получения из них продуктов с высокой добавленной стоимостью встает проблема всестороннего физико-химического исследования сырьевых материалов шихты и получаемых продуктов, обобщение и систематизация данного материала, выведение общих закономерностей, позволяющих прогнозировать поведение данных материалов в нестационарных и нестандартных условиях. Решение данной проблемы позволит проводить высокоэффективную комплексную переработку минерального и техногенного сырья с одновременным получением цементного клинкера и возгонов цинка до продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Ранее учеными ЮКГУ им. М.О. Ауэзова [7-9] и БГТУ им. В.Г. Шухова [10-13] в процессе исследований было установлено и обосновано, что производство низкоосновного цементного клинкера позволяет экономить топливно-сырьевые ресурсы и снижает вредное влияние на экологическую обстановку.

Значимость разработки данной технологии в национальном и международном масштабе несомненно высокая так как будут утилизированы многотоннажные хвосты от обогащения с получением товарной продукции в виде цементного клинкера и возгонов цинка. Полученные результаты будут применимы на цементных, металлургических и лако-красочных заводах как Казахстана так и других стран, в частности, в ряде странах СНГ.

Полученные в результате данной работы новые закономерности об высокотемпературном синтезе цементного клинкера с попутным извлечением цинка в виде возгонов позволяют значительно интенсифицировать процессы переработки природного и техногенного полиметаллического сырья на ведущих цементных, металлургических и лакокрасочных предприятиях Казахстана. Потенциальными потребителями результатов разрабатываемой технологии будут цементные заводы, металлургические предприятия, производящие цветные металлы и предприятия лако-красочного производства. На выходе технологии предполагается получать высококачественный цементный клинкер и возгоны цветного металла цинка, прибавочная стоимость которых при реализации во много раз выше, в результате чего страны, внедрившие данную технологию будут получать значительные сверхприбыли.

Таким образом, создание комплексной технологии переработки минерального и техногенного сырья и международная интеграция сообщества ученых станет, важной вехой в развитии национального богатства Казахстана, имеющего богатейшие в мире запасы минерального и техногенного сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Тиштықбаева А.Ж., Аканаева Т.А. Стратегические направления индустриализации в Республике Казахстан согласно ГПФИИР И ГПИИР-2 // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5-3. – С. 454-457.
- [2] Жарменов А.А. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана(состояние, проблемы, решения). Том 8. Экологические проблемы горно-металлургических производств.- Астана: Фолиант, 2003-272с.
- [3] «Отходы: пути минимизации и предотвращения» (сборник докладов) под редакцией члена-корреспондента НАН РК, доктора технических наук, профессора А. А. Жарменова. Алматы- 2002. - 132с.
- [4] Махат С.А., Колесников А.С. Физико-химические исследования горно-обогатительного техногенного отхода - хвостов от обогащения руд цветных металлов // Сборник докладов международной молодежной научно-практической конференции «Вклад молодежного потенциала в модернизацию Казахстана 3.0», - Рудный: Рудненский индустриальный институт, 2018. С.253-256.
- [5] Резниченко В.А, Липихина М.С., Морозов А.А и др. Комплексное использование руд и концентратов. -М.: Наука, 1989. -72с.
- [6] Алшанов Р.А. Казахстан на мировом минерально-сырьевом рынке: Проблемы и их решение.- Алматы, 2004. -220с.
- [7] Барбанягрэ В. Д, Головизнина Т. Е. Повышение гидравлической активности низкоосновных клинкеров в начальные сроки твердения // Сб. докл. междунар. конф. «Промышленность стройматериалов и строиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условиях рыночных отношений». -Белгород, 1997. - Ч. 1. - С. 15 - 18.
- [8] Барбанягрэ В. Д, Головизнина Т. Е. К увеличению гидравлической активности низкоосновного клинкера в начальные сроки твердения // Материалы междунар. научно-техн. конф. «Резервы производства строительных материалов». - Барнаул, 1997. - 4.1. - С. 10.

- [9] Головизнина Т. Е. Активизация клинкерных фаз кратковременным высокотемпературным легированием // Материалы междунар. конф. «Передовые технологии в промышленности и строительстве на пороге XXI века». - Белгород, 1998. -4.2. -C.216 -219.
- [10] Худякова Т. М., Барбанягрэ В.Д., Таймасов Б. Т., Колесников А.С. Низкоосновный быстротвердеющий цемент: производство и применение // Вестник КазНИТУ №5, 2017. С.302-306.
- [11] Худякова Т. М., Барбанягрэ В.Д., Таймасов Б. Т., Колесников А.С. Разработка малоэнергоёмкой технологии портландцемента из низкоосновных сырьевых смесей // Вестник КазНИТУ №5, 2017. С.307-312.
- [12] Худякова Т.М., Барбанягрэ В. Д., Гаппарова К.М., Колесников А.С., Ермеков М. Т., Колесникова О. Г. Быстротвердеющий низкоосновный клинкер, полученный кратковременным высокотемпературным легированием. // Материалы XVI Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2016», 23-24 ноября 2016 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2016.
- [13] Худякова Т.М., Колесникова О.Г., Полякова И.И., Колесников А.С. Один из путей повышения гидравлической активности низкоосновных цементов // European Student Scientific Journal. – 2017. – № 2.

\* Настоящая работа выполняется по грантовому Проекту АР08053015 «Комплексная переработка хвостов Балхашской обогатительной фабрики и известняка способом высокотемпературного синтеза с получением цементного клинкера и попутным извлечением возгонов цинка» ГУ МОН РК на 2020-2022гг.

Колесников А.С., Жакипбаев Б.Е., Жаникулов Н.Н., Колесникова О.Г., Кураев Р.М.

**Мырышты бөлу арқылы цемент клинкер синтезінің кешенді технологиясын әзірлеу процесінде техногендік және минералдық шикізатты қолдану**

**Түйіндеме.** Бұл макалада минералды шикізаттар (лессты саз және темір кенін) техногенге қалдқтарға ауыстыру мүмкіндігі қарастырылады. Атап айтқанда, цемент клинкерін синтездеу кезінде көп тоннажды қалдқтар түрінде Балқаш кенбайыту фабрикасының қалдықтарын, түсті металл - мырышты бір мезгілде айдау арқылы пайдалану ұсынылады.

Әзірленіп жатқан технология Қазақстанның жетекші цемент, металлургиялық және лак-бояу кәсіпорындарында табиги және техногендік полиметалл шикізатын өндеу процестерін айтарлықтай қарқыннатуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** минералды шикізат, техногенді шикізат, әктас, кенбайыту қалдықтары, цемент клинкері, мырышты айдау.

УДК 669.15-198

**<sup>1</sup>D.A. Yessengaliyev, <sup>1</sup>A.Z. Issagulov, <sup>2</sup>S.O. Baisanov, <sup>2</sup>A.S. Baisanov, <sup>3</sup>O.V. Zayakin**

(<sup>1</sup> Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan,

E-mail: dauralga@mail.ru,

<sup>2</sup>Chemical-Metallurgical Institute named after J. Abishev, Karaganda, Kazakhstan.

<sup>3</sup> Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,

Yekaterinburg, Sverdlovsk Region, Russia)

## **THERMODYNAMIC MODELING OF THE PROCESS OF MANGANESE REDUCTION IN THE SMELTING OF REFINED FERROMANGANESE BY METALLOTHERMIC METHOD**

**Abstract.** The article presents the results of thermodynamic modeling of the reduction of manganese by silicon and aluminum both separately and jointly in the smelting of refined ferromanganese using the Terra program. As the results of the study show, the complete extraction of manganese from charge mixtures based on manganese is possible due to the concentration of silicon reducing agent 10% and aluminum 3%. In this case, it is necessary to adhere to the temperature range  $T = 1300-1500^{\circ}\text{C}$ . Through the use of the Terra program, it is possible to predict the physicochemical processes that occur during the smelting of refined ferromanganese.

**Key words:** thermodynamics, program complex, refined ferromanganese, reducing agent, phase.

**<sup>1</sup>Д.А. Есенгалиев, <sup>1</sup>А.З. Исагулов, <sup>2</sup>С.О. Байсанов, <sup>2</sup>А.С. Байсанов, <sup>3</sup>О.В. Заякин**

(<sup>1</sup>Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарғанды, Қазақстан Республикасы, Е-mail:  
[dauralga@mail.ru](mailto:dauralga@mail.ru),

<sup>2</sup>Ж.Әбішев атындағы Химия-металлургия институты,

(<sup>3</sup>Ресей Ғылыми Академиясындағы Орал бөлімшесі, металлургия институты, Екатеринбург,  
Свердловск облысы, Ресей Федерациясы)

**МЕТАЛЛОТЕРМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ТАЗАРТЫЛҒАН ФЕРРОМАРГАНЕЦТІҢ  
БАЛҚУЫ КЕЗІНДЕГІ МАРГАНЕЦТІҢ ТОТЫҚСЫЗДАНУ ПРОЦЕСІНІң  
ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ**

**Аннотация.** Макалада «Терра» бағдарламалық кешенінде тазартылған ферромарганецті балқыту кезінде марганециң кремний және алюминиймен бөлек және де бірге тотықсыздануның термодинамикалық модельдеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижелері көрсеткендегі, марганец негізіндегі шикізурам қоспаларынан марганециң толық тотықсыздану үшін тотықсызданырығыш құрамы кремнийдің 10%-дық және алюминийдің 3%-дық концентрациясы арқасында мүмкін болады. Онымен қоса температуралық диапазонды  $T = 1300-1500^{\circ}\text{C}$  аралығында ұстану керек. «Терра» бағдарламалық кешенін колдану арқылы тазартылған ферромарганец балқытудағы физико-химиялық процестерді болжауға мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** термодинамика, бағдарламалық кешен, тазартылған ферромарганец, тотықсыздану, фаза.

Зерттеу мақсаты - марганециң кремний және алюминиймен бірге және де әр тотықсызданырығышпен бөлек тотықсыздану процесін карастыру. Марганециң тотықсыздануның шарттарын анықтау бойынша есепті шешу модельдік термодинамикалық жүйелердегі тепе-тен жағдайларды есептеу негізінде термодинамикалық модельдеу әдістерін қолдану арқылы жузеге асырылды [1,2]. Тазартылған ферромарганециң балқу үрдісі кезіндегі термодинамикалық параметрлерін анықтау үшін энтропияның максимум принципі негізінде жоғары температуралы жағдайлар үшін көп компонентті, гетерогенді термодинамикалық жүйенің тепе-тен құрамын табуға мүмкіндік беретін «Терра» бағдарламалық кешені қолданылды [3]. Бұл бағдарламаның артықшылығы - жеке заттардың тепе-тендік компоненттерінің термиялық және термодинамикалық қасиеттері туралы бір ғана анықтамалық ақпарат негізінде химиялық құрамы бойынша ерікті жүйені зерттеуге мүмкіндік беретін оның әмбебаптығы болып табылады. Бұл қасиеттер көптеген инженерлік есептеулерге тән температуралық диапазонда газды, окшауланған және иондалған күйдегі химиялық қосылыстардың кең спектрі үшін белгілі. Термодинамикалық тепе-тендікті есептеу көмегімен, белгілі бір заттарды алудағы принципиалды мүмкіндікті анықтауға болады, бұл өз кезеңінде соңғы өнімнің жағдайын бағалауға және параметрлердің рұқсат етілген мәндерінің аумағын анықтауға мүмкіндік береді.

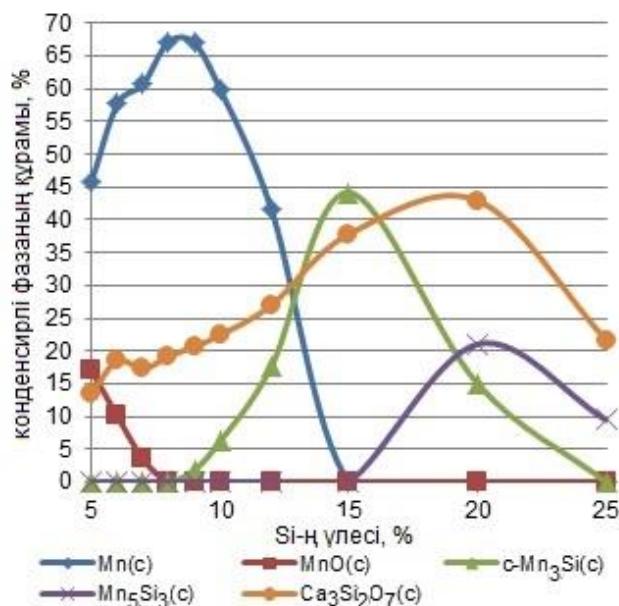
Зерттеу әдістемесінің мәні мынада: тотықсызданырығыш элементтерді, атап айтқанда кремний мен алюминийді өзгерте отырып, тотықсызданырығыштың онтайлы құрамын болжау және тандау, сонымен қоса термодинамикалық жағдайларды анықтау, марганециң тотықсыздану процесін жузеге асыру үшін қажетті температуралық әсерін анықтау.

Тазартылған ферромарганециң балқытуға арналған толық термодинамикалық модельдеу  $P=0,1$  Мпа қысымда  $500-2000^{\circ}\text{C}$  температура аралығында жүргізілді. Бағдарламаға келесі құрамды параметрлер енгізілді %:  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  - 28,94;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 1,85;  $\text{SiO}_2$  - 6,34;  $\text{CaO}$  - 33,51;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1,22;  $\text{MgO}$  - 1,17;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,02;  $\text{Mn}$  - 17,5;  $\text{Fe}$  - 4,17;  $\text{C}$  - 0,12;  $\text{S}$  - 0,03;  $\text{P}$  - 0,09,  $\text{Si}$  және  $\text{Al}$  - 5-тен 25-ке дейін, бұл жоғары негізді марганец концентратының тотықтарының әк тотықтарымен және тотықсызданырығыштың құрамдарының қосындысынан есептелініп алынды.

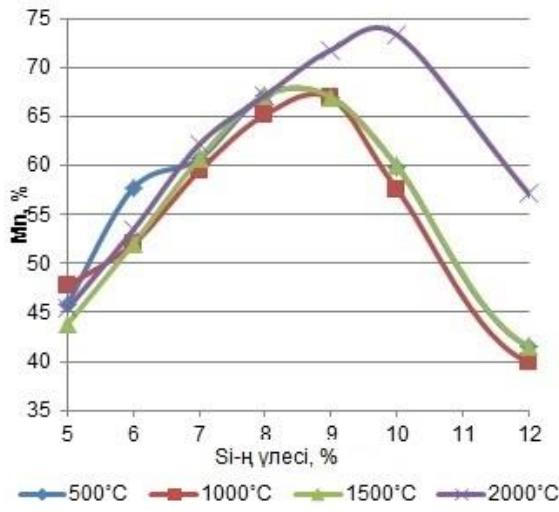
**Кремниймен тотықсыздануы**

Термодинамикалық есептеулер нәтижелерінің сараптамасы көрсеткендегі (1-сурет) кремний концентрациясының 5-тен 10% - ға дейін өсуі кезінде,  $\text{Mn}$  (с) концентрациясының сәйкесінше 45-тен 67% - ға дейін құрт өсуін байқауға болады. Бұл  $\text{MnO} \rightarrow \text{Mn}$  тотықсыздану процесімен түсіндіріледі және  $\text{MnO}(\text{c})$  фазасы, жүйедегі кремнийдің 8%-ға тең мөлшері кезінде толығымен жоғалады. Одан әрі, кремнийдің концентрациясын 15% - ға дейін көтерген кезде жүйеде кремнийдің артық мөлшерінің пайда болуы есебінен таза марганециң құрамының төмөнделеп, оның толық жойылуы орын алады. Кремнийдің бір бөлігі кальций тотығымен кальций силицидінің фазасын ( $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$ ) құрады

және кремний концентрациясының 20% - га дейін өсуімен,  $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$  құрамы 43% - га дейін артады, әрі қарай кремний құрамының 25% - га дейін өсуімен,  $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$  концентрациясының 22% - га дейін азаою байқалады. Бір мезгілде жүйеде құрамы 44%-ды құрайтын жаңа  $\text{Mn}_3\text{Si}$  фазасы пайда болады, кремний концентрациясының 20%-ы кезінде  $\text{Mn}_5\text{Si}_3$  концентрациясының 21% - га дейін құрт өсуі, ал кремний құрамы 25%-га тең болғанда осы фазаның толық жоғалуына дейін төмендеуі байқалады. Кремний концентрациясының одан әрі жоғарылауы ешқандай нақты термодинамикалық деректер берmedі және жаңа фазалардың пайда болуы байқалмады.



1-сурет. Конденсирлі фаза құрамының кремний шығымына тәуелділігі



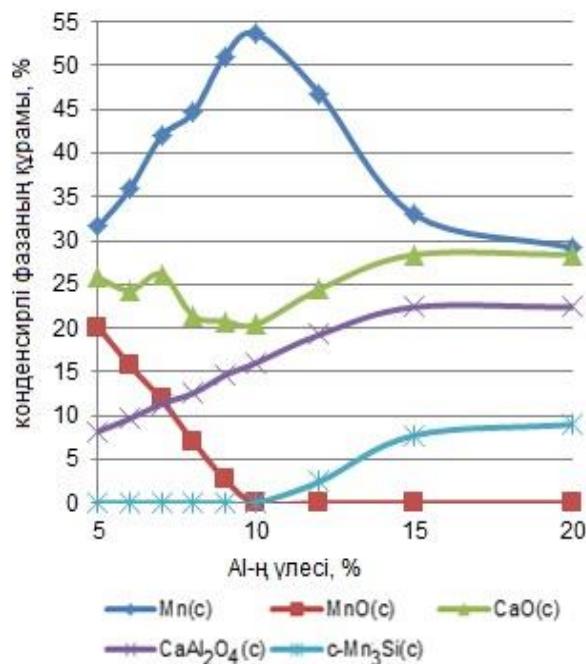
2-сурет. Металл фазадағы марганец концентрациясының 500-2000°C температура аралығындағы кремний шығынынан тәуелділігі

2-суретте тотықсызданған марганецтің түрлі температураларда тотықсыздандырылыш шығынына тәуелділігі көрсетілген. Берілген мәліметтерден таза марганецтің мөлшері кремнийдің шығыны 8% кезінде барынша жоғары және де температура неғұрлым жоғары болса, металдағы марганецтің мөлшері де соғұрлым жоғары болатынын көруге болады.

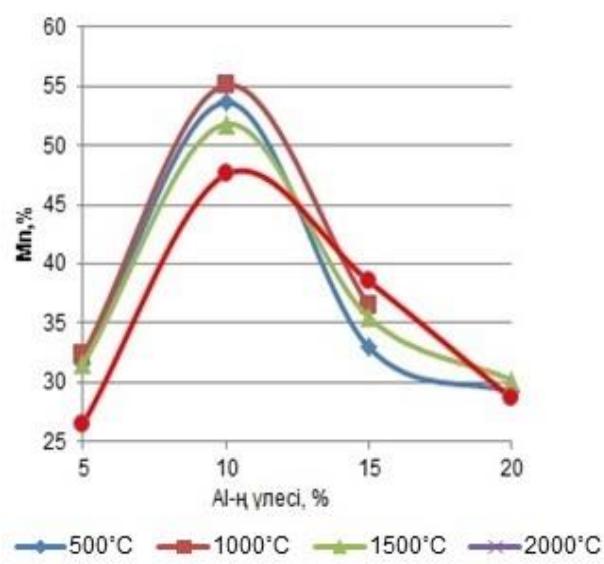
#### Алюминиймен тотықсыздануы

Кремниймен салыстырғанда марганецтің тотықсыздандырылыш ретінде алюминийді пайдалану кезінде байқалады. 3-суретте көрсетілген нәтижелерге сәйкес, марганецтің толық тотықсыздануы алюминийдің 10%-ға тең шығынында болады. Бұл мән 54%-ға тең жүйедегі марганецтің максималды мөлшеріне сәйкес келеді, бірақ онымен қоса  $\text{MnO}(\text{c})$  мөлшері нөлге дейін төмендейді. Одан әрі алюминий концентрациясының 20% - га дейін өсуімен марганецтің  $\text{Mn}_3\text{Si}$  ретінде жаңа фазасының пайда болуы есебінен 28% - га дейін  $\text{Mn}(\text{c})$  мөлшері төмендейді. Тотықсыздандырылыш шығынын одан әрі ұлғаюы таза марганец пен алюминийдің бір бөлігінің жоғалуына алып келеді де, алюминий кальций оксидімен қосыла  $\text{CaAl}_2\text{O}_4$ -кальций алюминатын құрайды. Онымен қоса алюминий концентрациясының өсуімен  $\text{CaAl}_2\text{O}_4$  құрамы сзықты өседі.

4-суретте көрсетілгендей, температураларың 500-тен 2000°C-ге дейін көтерілуі марганецтің тотықсыздану дәрежесінің біршама ұлғаюына әкеледі. 1500°C-тан жоғары температурада осы фаза құрамының төмендеуі байқалады.



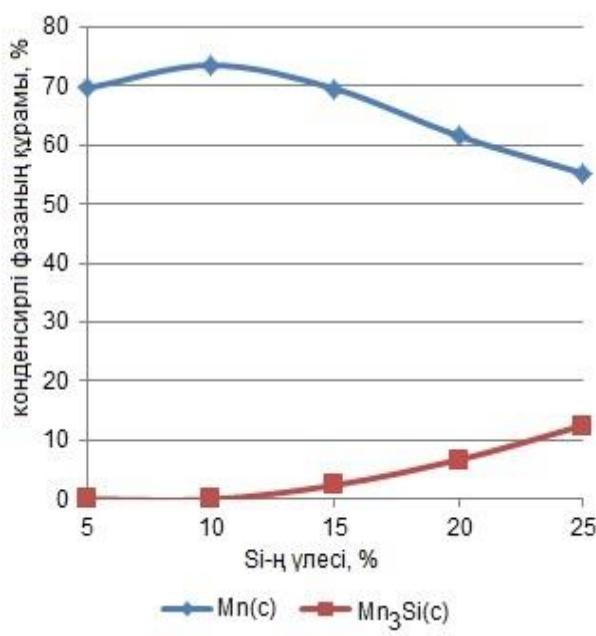
3-сурет. Конденсирлі фаза құрамының алюминий шығынына тәуелділігі



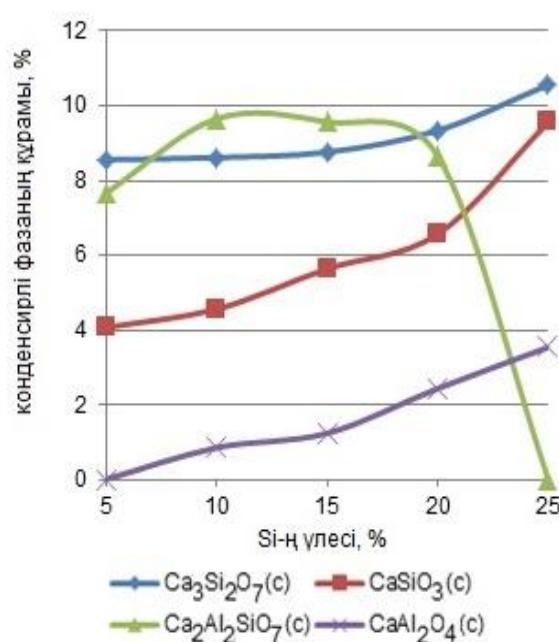
4-сурет. Металл фазадағы марганец концентрациясының 500-2000°С температура аралығындағы алюминий шығынынан тәуелділігі

#### Кремний және алюминиймен тотықсыздануы

Марганецті кремниймен және алюминиймен тотықсыздандыруды бағалау үшін қоспаның бастапқы құрамына 3% алюминий қосылды және сонымен қатар кремний шығысы 5-тен 25%-ға дейін өзгертилді. Есептеу нәтижелері 5 және 6-суреттегі келтірілген.



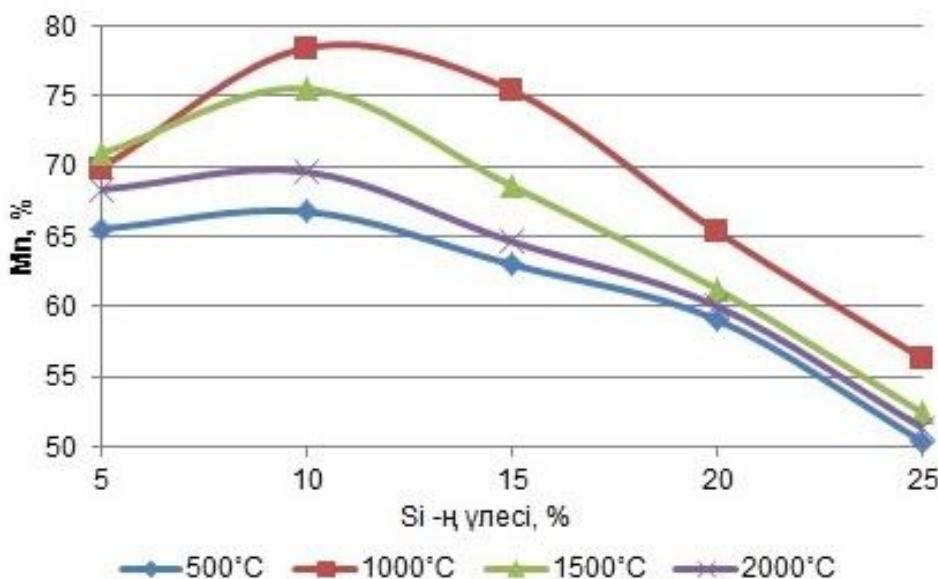
5-сурет.



6-сурет. Қож фазасы құрамының кремний шығымына тәуелділігі

5-суреттің нәтижесінен көрініп тұргандай, марганец тотығының кремниймен және алюминиймен бірге тотықсыздануы кезінде кремнийдің 10% және алюминийдің 3% шығымы кезінде тотықсыздандырыш дәрежесі 73% - да жетті. Кремний шығысының одан ері ұлғауы таза Mn(c) азаоюна әкеледі, ойткені кремнийдің артығы  $Mn_3Si(c)$  марганец силикатын құрайды.

Кож фазасы белгілі бір қызығушылық туғызып тұр (6 сурет), онда  $Ca_2Al_2SiO_7$  құрамы кремнийдің 5-тен 20%-ға дейін өзгеру диапазонында 9,6%-ға дейін ұлғайып және кремнийдің 25%-ға тең мөлшерінде жойылады.  $CaSiO_3$  және  $Ca_3Si_2O_7$  силикаттарының саны 5-тен 25%-ға дейінгі кремний диапазонында 9,5%-ға және 10,6%-ға дейін сәйкесінше біркелкі емес түрде өседі. Оның ішінде қож фазасында  $CaAl_2O_4$  бар және кремний құрамының 5-тен 25% - да дейін өсуі кезінде олардың да құрамы тиісінше 0,8-ден 3,5% - да дейін ұлғаяды. Бұл  $Ca_2Al_2SiO_7$  фазасы құрамының төмендеуімен және оның толық жойылуы мына реакциямен түсіндіруге болады:  $Ca_2Al_2SiO_7 \rightarrow CaAl_2O_4 + CaSiO_3$ .



7-сурет. Марганец концентрациясының металл фазадағы 500-2000°С температурада кремний шығысына тәуелділігі

7-суретте металл фазадағы марганецтің  $T=500-2000^{\circ}\text{C}$  аралықтағы тотықсыздандырыш шығымына тәуелділік графигі келтірілген. Осы 7-суретте көрініп тұргандай, марганецтің толық тотықсыздануына онтайтын температуралық аралық  $T=1000-1500^{\circ}\text{C}$  болып табылады.

Марганецті кремниймен және алюминиймен тотықсыздандыру тиімділігі кремнийдің 10% және алюминийдің 3% тотықсыздырыштарының шығыны кезінде  $T=500-2000^{\circ}\text{C}$  температуралық аралықта марганецті (73%) толық тотықсыздандыруға ықпал етеді. Кож фазасында  $Ca_2Al_2SiO_7$  пайда болуы және құрамының артуы қождың үнтакталу үрдісін алдын алып, оның тұрақтануына ықпал етеді [4].

Осылайша, жүргізілген есептеулер тазартылған ферромарганецті металлотермиялық үдеріспен балқытуда өтетін барлық физика-химиялық процестерді толық көлемде қарастыруға мүмкіндік берді.

#### ӘДЕБІЕТ

- [1] Трусов Б.Г. Программная система ТЕРРА для моделирования фазовых и химических равновесий при высоких температурах // III Международный симпозиум «Горение и плазмохимия». 24-26 августа 2005. Алматы, Казахстан. – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – С. 52-57.
- [2] Климов В.Ю. Разработка автоматизированной системы расчета и оптимизации технологий процессов получения металлов и сплавов / В.Ю. Климов, С.П. Мочалов, И.А. Рыбенко // Моделирование, программное обеспечение и научно-исследовательские технологии в металлургии: Труды Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ. – 2001. – С.435-439.
- [3] Ватолин Н.А. Г.К. Моисеев, Б.Г. Трусов. Термодинамическое моделирование в высокотемпературных неорганических системах– 1-е изд. М.: Металлургия, 1994. – 353 с.
- [4] Yessengaliyev D.A., Baisanov S.O., Issagulov A.Z. and et al. Thermodynamic diagram analysis (TDA) of  $MnO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  and phase composition of slag in refined ferromanganese production //Journal Metallurgija, Croatian Metallurgical Society (CMS), №58. pp. 291-294.

Есенгалиев Д.А., Исагулов А.З., Байсанов С.О., Байсанов А.С., Заякин О.В.

**Термодинамическое моделирование процесса восстановления марганца при выплавке рафинированного ферромарганца металлотермическим способом**

**Аннотация.** В статье представлены результаты термодинамического моделирования восстановления марганца кремнием и алюминием как отдельно, так и совместно при выплавке рафинированного ферромарганца на программном комплексе «Терра». Как показывают результаты исследования, полному извлечению марганца из шихтовых смесей на основе марганца возможно за счет концентрации восстановителя кремния 10% и алюминия 3%. При этом необходимо придерживаться температурный интервал  $T=1300-1500^{\circ}\text{C}$ . За счет использования программы «Терра» можно прогнозировать физико-химические процессы протекающие при выплавке рафинированного ферромарганца.

**Ключевые слова:** термодинамика, программный комплекс, рафинированный ферромарганец, восстановление, фаза.

УДК 636.32

**<sup>1</sup>S. Duzelbayeva, <sup>2</sup>B. Kasenova, <sup>2</sup>Z. Akhatova, <sup>1</sup>S. Konuspaev**

(<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University,

<sup>2</sup>Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

samal\_25\_78@mail.ru)

**THE STUDY OF OPTIMUM CONDITIONS  
OF WOOL FAT HYDROLYSIS IN ALKALINE MEDIA**

**Abstract.** The optimal conditions for the hydrolysis of sheep's wool in an alkaline environment in the presence of organic solvents is discussed in the article. The appearance of a colloidal solution (emulsion) in the system prevents the hydrolysis of wool fat. It was found that the inclusion of organic additives leads to the destruction of the emulsion and the conversion degree of wool fat hydrolysis increases.

**Key words:** wool fat, hydrolysis, lanolin, sterols, cholesterol

**<sup>1</sup>C.Д. Дузелбаева, <sup>2</sup>Б.А. Касенова, <sup>2</sup>З.С. Ахатова, <sup>1</sup>С.Р. Конуспаев**

(<sup>1</sup>Эль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,

<sup>2</sup>Қазақ Ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

samal\_25\_78@mail.ru)

**НЕГІЗДІК ОРТАДАҒЫ ЖҮН ШАЙЫРЫ ГИДРОЛИЗІНІҢ  
ОҢТАЙЛЫ ШАРТТАРЫН ЗЕРТТЕУ**

**Түйіндеме.** Мақалада кой жұннің шайырын сілтілік ортада, органикалық еріткіштер қатысында гидролиздеудің тиімді жағдайлары қарастырылған. Жүйеде коллоидты ерітіндінің (эмульсия) пайда болуы жұн шайыры гидролизінің жүруіне кедегі келтіреді. Эмульсияны ыдырату үшін жүйеге органикалық қоспаларды қосу арқылы жұн шайырының конверсиялану дәрежесін арттыруға болатындығы анықталынды.

**Кітт сөздер:**жұн майы, гидролиз, ланолин, стерин, холестерол

**Кіріспе**

Кой жұннің майы химиялық құрамы бойынша алифатикалық, терпендік және стериндік спирттердің көміртегі атомдары  $\text{C}_{10}-\text{C}_{16}$  болатын май қатарындағы қышқылдарының күрделі эфирлерінің қоспасынан тұрады. Бұл спирттердің арасында стероидты дәрілік препараттар мен құс және мал шаруашылығына қажетті малазықтық қоспаларды синтездеуде бастанқы шикізат көзі болып табылатын стериндік спирттер ерекше орын алады. Қазіргі кезде стериндік спирттерді өндірісте ірі қара мал мен қойдың миынан алады, сондықтан стеринддердің шикізат базасын көнекті өзекті мәселе болып табылады. Кой жұннің майында бос күйінде стериндік спирттер 25% құрайды [1].

Кырқылған кой жұннің құрамында халық шаруашылығына аса қажетті жұн майының біраз мөлшері болады. Жұн майының құрамы күрделі химиялық қосылыстар, жоғары молекулалық қышқылдар, стериндік және терпендік, алифатикалық спирттер мен эфирлерден тұрады.

Жұн шайырын терең өндегендеге стероидты дәрілік препараттар алудағы шикізат көзі болып табылатын стериндік спирттерді алуға болады. Әлемдік нарықта холестеролдың 1 граммының бағасы 3-тен 5 долларға дейін ауыткуда. Жұн шайырынан 25% дейін оның тен жартысын холестерол

құрайтын стериндік спирттер қоспасын алуға болады. Сонымен қатар жүн шайырынан терпендік және алифатикалық спирттер мен май қатары қышқылдары тұздарының қоспасын синтездеуге болады. Терпендік спирттер дәрілік және хош ііс беретін заттар ретінде қолданылады. Май қатары қышқыларының тұздары фармацияда, ветеринарияда және косметикада эмульгатор есебінде пайдаланылады [2]. Жүн шайырын терең өндөу әдісін жасақтау қайтадан қалпына келетін шикізаттан медицина, косметика, ветеринария саласы үшін қосылыстарды алуға мүмкіндік береді.

Стериндік спирттер тобының негізгі өкілі, ланолиннің сапасын анықтайтын холестерол болса, ал терпендік топта негізгісі – ланостерол болып табылады. Холестерол және ланостерол – суда ерімейтін оптикалық активті заттар, циклдік спирттер. Холестерол және оның туындылары стероидты дәрілік препараттар синтезі үшін шикізат [3], сонымен бірге мал шаруашылығында мал азықтық қоспа ретінде де қолданылады. Гидролиз барысында түзілген май қатары қышқылдарының тұздары фармация мен косметологияда эмульгатор есебінде пайдаланылады. Ланолин гидролизінің басқа өнімдері (терпендік және алифатикалық спирттер) халық шаруашылығынң әртүрлі салаларында қолданылуы мүмкін.

Ланолиннің стериндік спирттерін сандық анықтаудың негізінде холестерол мен оның туындыларының Либерман–Бурхард реактивімен түсті реакция беру қасиетіне байланысты. Құрамында холестерол болса реакция түсі құлғыннен кек түске, одан әрі жасыл және қоңыр–қызыл түске өзгереді. Егер құрамында ланостерол болса, ерітіндінің түсі қоңыр түстен флюоресценттік жасыл түске енеді [4].

Ұсынылып отырған жұмыстың негізгі мақсаты жүн шайырын гидролиздеу жағдайларын зерттеу, процесті онтайландыру, еріткіш табигатының, сілті концентрациясының, әртүрлі органикалық қоспалардың процесске әсерін бақылау және бөліп алынған өнімдерге талдау жүргізу.

Қазақстанда жүн шайырын химиялық тазалау арқылы сусыз фармакопеялық ланолин алынды [5]. Ланолин стериндік спирттер алу үшін шикізат болып табылады.

Авторлардың [6,7] жұмысында, шайыр тәрізді заттардың сабындануы тәжірибе уақытының ұзақтығымен ерекшеленеді (6-8 сағат). Жүн шайырын қышқыл ортада гидролиздегенде конверсиялану 35-60% аспайды. Сонымен қатар қышқыл ортада изомерлену, тотығу және жүн шайыры құрамындағы күрделі органикалық қосылыстардың деструкциялық процесстері жүруі мүмкін. Сондықтан жүн шайырының гидролизін сілтілік ортада жүргізген тиімді.

#### Эксперименттік бөлім

Жүн шайырының гидролизі араластыру жылдамдығы 1300 айн./мин болатын кері мұздатқышпен жабдықталған колемі 100 мл автоклавта жүргізілді. Процесс температурасы 70-120°C аралығында, тәжірибе ұзақтығы 1-6 сағат. Гидролиздеуші агент ретінде әртүрлі концентрациядағы күйдіргіш натрийдің сулы-спирттік ерітіндісі қолданылды. Еріткіш есебінде этил, метил, изопропил және су, ал органикалық қоспа ретінде гексан мен бензол қолданылды. Жүн шайырының конверсия дәрежесі 1г зерттелетін заттың (біздің жағдайда, ланолин) құрамындағы күрделі эфирлердің толық гидролизі нәтижесінде түзілген бос күйіндегі қышқылдардың мөлшерін көрсететін сабындану санымен анықталынды. ҚР Фармакопея талаптары бойынша сусыз ланолиннің сабындану саны 95–105 құрайды. Еріткіш ретінде этил және изопропил спирттерін, органикалық қоспа есебінде гександы қолдану реакциялық қоспада берік эмульсияның түзілуін тоқтатады және жүн шайыры гидролизінің конверсиялану дәрежесін 88-89 % дейін арттырады.

Тәжірибелі алғашқы серияларында 70-85°C температура аралығында (1 кесте) сілтінің концентрациясы мен жүн шайырының массасы өзгеріліп отырды.

Жүн шайырын сілтінің судағы ерітіндісімен араластырғанда берік эмульсияның (коллоидты ерітінді) түзілетін анықталды. Жүйеде эмульсияның түзілуі реакцияны тоқтататыны байқалды. Мицелланың түзілуінен шайырдың майлы бөлшектері натрий иондары, гидроксил топтары және диполь моменті бар су молекуласынан тұратын қосэлектрлі қабатпен қоршалады. Мицелланы бұзу үшін мицелланың беріктігін сипаттайтын ξ-потенциал мәнінен асатын сырттан басқа күш беруді қолдану қажет. Ол үшін жүйеге көпвалентті металл катионын енгізу немесе еріткіш құрамын өзгерту арқылы бұл эффектіге жетуге болады.

Жүн майының конверсиясы тәжірибелі алғашқы үш сериясында жогары көрсеткіш көрсетті (78,2-96% дейін). Тәжірибелі органғы серияларында жүн шайырының массасын 5 граммнан 10 граммға дейін арттырғанда және температуралы жоғарылатқанда гидролиздену конверсиясы 60% дейін жетті. Тәжірибелі соңғы серияларында жүйедегі түзілген эмульсияны бұзу үшін органикалық қоспа гексан қосылды. Бұл жағдайда да конверсиялану дәрежесі орташа шаманы көрсетті.

**1-кесте. Жұн шайырын 70-85°C температура аралығында 50% этил спиртімен гидролиздеу**

Тәжірибе №	Жұн шайырының массасы, г	NaOH %	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Гексан, мл	t, мин/сағ	T°C	Сабындану саны	Конверсия, %
1	1,51	10	50	-	1	70-80	3,97	96
2	1,0	5	50	-	1	80	11,22	88,7
3	1,0	5	50	-	1	80	15,6	78,2
4	1,0	10	50	-	1	86	72,93	27,07
5	5,0	10	50	-	1	85	74,31	55,69
6	5,0	10	50	-	1	82	22,44	77,56
7	5,0	10	50	-	1	85	47,1	52
8	10,0	10	50	-	1	84	39,55	60,05
9	10,0	10	50	-	1,30	85	35,06	64
10	10	10	50	5	1,30	85	33	66,43
11	10	10	50	1	1,30	85	52,73	47,3
12	10	10	50	5	1,30	85	47,68	52,39

Мицелланың түзілуін болдырмау үшін жүйеге этанолдың сулы-спирттік қоспасы қосылды. Дегенмен бұл жағдайда да шайырдың конверсиясы артқан жоқ. Температуралы өзгерту жүйенің коагуляциясын туғызуы мүмкін деп есептеп, температура 80-нан 100°C дейін көтерілді.

Процесстің температурасын көтергенмен шайырдың конверсиясы айтартылғтай өзгермейді, 80°C-та конверсия дәрежесі 62%, ал 90°C-та конверсия 84,2% құрады (2 кесте).

**2-кесте. Жұн шайырын 80-90°C температура аралығында этил спирті қатысында сілтілік ортада гидролиздеу**

Тәжірибе №	Жұн шайырының массасы, г	NaOH %	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Гексан, мл	t, мин/сағ	T°C	Сабындану саны	Конверсия, %
1	10	15	50	1	1,5	80	27,2	58
2	10	15	50	5	2	80	17,22	58,7
3	10	15	50	5	2	80	15	62
4	10	15	50	5	1	85	30,8	69,2
5	10	20	50	4	1,5	85	30,31	72,79
6	10	20	60	5	1	86	22	77,8
7	10	20	60	5	3	88	17,3	82
8	10	20	60	5	3	90	31	84,2

Алайда конверсияның бұл көрсеткіші жұн шайырының толығымен сандық түрде айналуына жеткіліксіз болды. Гидролиз температурасын 90°C дейін (2 кесте) көтергенде шайырдың конверсиялану терендігі тәжірибе ұзактығы 3 сағат кезінде 82-84,2% дейін артты. Конверсиялану дәрежесі тәжірибенің ұзактығымен байланысты емес екендігі анықталды.

Температуралы 100°C-ка дейін көтергенде тәжірибе ұзактығы 6 сағат кезінде конверсия 66,3% дейін жоғарылады (3 кесте). Температуралы көтеру конверсияны біршама арттырганымен, тұрақты әмульсияның түзілуі гидролиздің толықтай жүруіне кедергі жасайды.

**3-кесте. 100°C-та этил спирті қатысында сілтілік ортада гидролиздеу**

NaOH, %	Еріткіш	T, °C	уақыт, сағ	Сабындану саны, %	Конверсия, %
10	Этил спирті	100	2	53,05	45,4
15	Этил спирті	100	2	52,9	46
20	Этил спирті	100	2	52,1	46,8
10	Этил спирті	100	4	51,9	47,0
15	Этил спирті	100	4	47,5	51,5

20	Этил спирті	100	4	41,0	58,1
10	Этил спирті	100	6	44,6	54,5
15	Этил спирті	100	6	42,3	56,8
20	Этил спирті	100	6	33,02	66,3

Әрі қарай кейінгі тәжірибелерде гидролиздеуші агент ретінде әртүрлі концентрациядағы күйдіргіш натрийдің сұлы-спирттік ерітіндісі қолданылды. Этил, метил, изопропил спирттері пайдаланылды. Сонымен қатар жүйеге гексан және бензол сияқты органикалық қоспалар қосылды. Сілтінің әртүрлі концентрациясын қолданғанда, іс жүзінде жұн шайырының этанолдағы және метанолдағы конверсиясы бірдей шамамен 46% құрады, ал изопропил спиртінде аздап 41,4% төмен болды (4 кесте).

#### 4-кесте. Органикалық еріткіштер мен қоспалардың қатысында гидролиздеу

NaOH (%)	Еріткіш	Спирт %	Орган. қоспа	T, °C	Уақыт, сағ	Сабындану саны	Конверсия %
20	Этил спирті	40	-	70	6	58,9	39,9
20	Этил спирті	40	-	80	6	55,5	44
20	Этил спирті	40	-	90	6	54,9	45
20	Этил спирті	40	-	100	2	52,1	46,8
20	Метил спирті	40	-	100	2	52,5	46,4
20	Изопропил спирті	40	-	100	2	57,4	41,4
20	Этил спирті	40	-	100	4	41,0	58,1
20	Этил спирті	70-85	Бензол	100	4	13,0	86,7
20	Этил спирті	70-85	Гексан	100	4	10,9	88,8
20	Изопропил спирті	82-85	Бензол	100	4	11,9	87,8
20	Изопропил спирті	82-85	Гексан	100	4	10,7	89,0

Алайда изопропанол өндірісте колдануға жарамды болғандықтан, тәжірибелер әрі қарай этанол мен изопропанолда параллель жүргізілді. Этанол ерітіндісіне күйдіргіш натрийді және бензол мен гександы қоспа ретінде қосу жұн шайырының конверсиясын 86,7-дан 88,8% дейін арттырыды. Күйдіргіш натрийдің изопропанолдағы ерітіндісіне бензолды қосу конверсияны 87,8% дейін, ал гександы қосу және оңтайлы уақыт 4 сағатта жұн шайырының конверсиясы 89% артты (4 кесте). Конверсиялану дәрежесі еріткіш пен органикалық қоспа табиғатына байланысты емес, жүйедегі иондық тепе-тендікті анықтайды. Конверсиялану дәрежесі еріткіш пен спирттің табиғаты бойынша емес, жұн шайырының органикалық еріткіште, сілтінің сұлы-спирттік қоспадағы ерігіштік дәрежесімен, фазалардың өзара ұқсастығымен анықталатыны белгілі болды. Эмульсияның түзілуін болдырмау үшін жүйеге әртүрлі органикалық еріткіштер - бензол және гексан қосылды. Бұл қоспаларды қосу жұн шайырының конверсиясын айтарлықтай жоғарылатты, әсіресе гександы қосқанда конверсия жоғары көрсеткішке жететіні байқалды.

#### Қорытынды

Корыта келгенде, еріткіш есебінде этил мен изопропил спирттерін, сондай-ақ органикалық қоспа ретінде гександы пайдалану реакциялық қоспада тұрақты эмульсияның түзілуін болдырмауды және жұн шайырының конверсиялану дәрежесін 88-89% дейін арттырады.

#### ӨДЕБІЕТТЕР

- [1] Макар И.А. Биохимические основы шерстной продуктивности овец. – М.: Колос, 1977 – 192 с.
- [2] Конуспаев С.Р., Касенова Б.А., Нурбаева Р.К., Ахатова З.С. Пути переработки жиропота в ланолин. // Известия МОН РК. Серия химическая. – 2002. №2. – С 63-65
- [3] Богословский Н.А., Сворень В.А., Кустанович И.М., кузнецов Е.Н.// Кн. «Химия, биология и технология производства витамина Д, и их применение в медицине и в животноводстве». Киев. 1972. С.85-86
- [4] Цагарешвили Г.В., Башура Г.С., Ляпунов Н.А. Ланолин и его производные в фармацевтической и косметической практике. Тбилиси: Мацениереба.1976.171с.
- [5] Патент №2283318 РФ. Способ производства стеринов: ланостерола и холестерола из шерстного жира. // Ермолова Л.С., Ермолов И.А. - Опубл. 10.09.2006.- Бюл №25

[6] Заявка №2012151996 РФ. Применение ланостероловой фракции из шерстного жира в качестве биоэмультгатора для косметических антивозрастных средств. //Ермолова Л.С., Ермолов И.А. - Опубл.20.08.2014 – Бюл. №23

[7] Заявка №2004111276 РФ. Способ получения шерстного жира-ланолина и устройство для его осуществления. //Суюнчалиев Р.С., Серебряков Р.А., Ермолова Л.С., Калиническ А.Б. - Опубл.10.03.2006. - Бюл. №7.

Дузелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р.

**Исследование оптимальных условий гидролиза шерстного жира в щелочной среде**

**Резюме.** В статье рассматриваются оптимальные условия гидролиза овечьей шерсти в щелочной среде в присутствии органических растворителей. Появление в системе коллоидного раствора (эмulsionи) препятствует гидролизу шерстного жира. Было установлено, что при добавлении органических добавок идет разрушение эмульсии и увеличивается степень конверсии гидролиза шерстного жира.

**Ключевые слова:** шерстный жир, гидролиз, ланолин, стерин, холестерол

УДК 628.31

**E.I. Kuldeev, \*I.V. Bondarenko, S.S. Temirova, D.Kh. Altybayeva**

**ON THE POSSIBILITY OF OBTAINING COMPLEX COAGULANT BASED ON IRON DIATOMITE AND ALKALINE REAGENTS FOR WASTE WATER CLEANING FROM HYDROGEN SULPHIDE**

**Abstract.** The article provides an overview of studies on the synthesis of coagulants based on iron compounds for wastewater cleaning from hydrogen sulphide. It is proposed to use nanosized iron modified with ethylene glycol and aluminum hydroxide; granular iron-containing material, which is a mixture of granular ferric hydroxide, granular iron oxide and rusty iron crusts. The results of our own research on the preparation of a complex coagulant based on natural ferruginous diatomite and industrial semiproducts of alumina production are presented. The obtained coagulant has shown efficiency in wastewater cleaning and a fairly high separation rate of solid and liquid phases.

**Keywords:** wastewater, cleaning from hydrogen sulphide, complex coagulant, ferruginous diatomite, roast of alumina production, sedimentation of flocs

**Е.И. Кульдеев, \*И.В. Бондаренко, С.С. Темирова, Д.Х. Алтыбаева**

(Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения»)

e-mail: i.bondarenko@imio.kz)

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО КОАГУЛЯНТА НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗИСТОГО ДИАТОМИТА И ЩЕЛОЧНЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СЕРОВОДОРОДА**

**Аннотация.** В статье приведен обзор исследований по синтезу коагулянтов на основе железосодержащих соединений для очистки сточных вод от сероводорода. Предложено использовать наноразмерное железо, модифицированное этиленгликолем и гидроксидом алюминия; гранулированный железосодержащий материал, представляющий собой смесь гранулированного гидроксида трехвалентного железа, гранулированного оксида железа и ржавых отработанных железных корок. Представлены результаты собственных исследований по получению комплексного коагулянта на основе природного железистого диатомита и промпродуктов глиноземного производства. Полученный коагулянт показал эффективность при очистке сточных вод и достаточно высокую скорость разделения твердой и жидкой фаз.

**Ключевые слова:** сточные воды, очистка от сероводорода, комплексный коагулянт, железистый диатомит, спеки глиноземного производства, осаждение флокул

**Введение**

В последние годы многие города Казахстана и России испытывают значительные проблемы из-за наличия газообразного сероводорода в их атмосфере. Например, только за вторую половину 2017 года в г. Актобе более 100 раз наблюдалось превышение ПДК по сероводороду в атмосфере города. Периодически превышение ПДК по сероводороду отмечается в городах Атырау, Астане в восточных округах г. Москвы.. Негативная ситуация с сероводородом связана с двумя основными факторами: деятельностью таких промышленных предприятий, как спиртовые заводы нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие предприятия, а также с состоянием городских канализационных сетей и септиков в частных домах.

К основным причинам ухудшения экологического состояния городов по сероводороду можно отнести: отсутствие использования в борьбе с сероводородом современных технологий и реагентов, изношенность канализационных сетей, негерметичность канализационных насосных станций, близкое расположение жилых домостроений к полям фильтрации. К числу важных факторов, способствующих появлению газообразного серо-водорода, является pH природной воды и наличие микроорганизмов в системе трубопроводов.

В мировой практике существует 3 основных способа борьбы с превышением содержания растворенного в воде сероводорода: окисление сероводорода за счет атмосферного кислорода, его химического взаимодействия с активными формами соединений железа, применение других химических реагентов для окисления и связывания его в водонерастворимые соединения. Преимущественное развитие получила практика окисления кислородом воздуха на канализационных станциях, которая, однако, сопряжена с загрязнением воздушного бассейна в районе их расположения. В связи с тенденцией повышения качества жизни, включая состояние атмосферы, все большее распространение находят технологии применения химических реагентов для нейтрализации сероводорода, источником которого являются сточные воды. Наиболее экономически доступными и распространенными являются соединения железа в их активной форме.

Сульфиды формы ( $S^{2-}$ ,  $HS^-$  и  $H_2S$ ) считаются трудноизвлекаемыми загрязнителями. Сульфиды могут быть осаждены адсорбцией с использованием солей железа (II) или железа (III), однако требуют для достижения максимальных значений скорости взаимодействия, регулирования водной среды до нейтральных значений pH 7-8.

В работе [1] представлены исследования по получению нового материала, который представляет собой наноразмерное железо нулевой валентности, модифицированное этиленгликолем, а затем гидроксидом алюминия ( $Al(OH)_3$ ). Это значительно улучшило производительность процесса удаления сульфидов, растворенных в воде. Удаление сульфидов в воде с помощью комплексного коагулянта происходит, главным образом, за счет образования поверхностных комплексов, меркаптооксида железа ( $FeOSH$ ) и осадков сульфида железа ( $FeS$ ,  $FeS_2$ ,  $FeS_n$ ).  $Al(OH)_3$  используется для удаления сульфида в среднем 2,5-50 мг/дм<sup>3</sup> водного раствора, максимальная адсорбционная емкость коагулянта составила 175,5 мг/г.

В статье [2] рассмотрено использование гидроксида железа (III) для удаления сероводорода в водных системах. Гидроксид железа (III) стабилизированы осаждением на гранулы цеолита. Скорость удаления сульфида железа зависела от начальной концентрации сульфида, массы субстрата и скорости потока. Образование более кристаллического, менее реакционноспособного оксида железа приводило к снижению скорости удаления сульфида. По-видимому, покрытый гидроксидом железа цеолит обеспечивает эффективный, недорогой способ удаления сульфида для относительно небольших водных проточных систем.

В работе [3] приводятся результаты исследований по использованию, регенерации и рециклиру гранулированного гидроксида железа для удаления водного сероводорода из модельных систем. Водный сульфид был окислен до элементной серы с одновременным восстановлением твердого Fe (III) до Fe (II), далее реагент может регенерировали кислородом воздуха до гидроксидов железа (III).

В статье исследователей из Гонконга обсуждается технология удаления сероводорода из отложений и воды в водопропускных трубах с применением гранулированного железосодержащего материала. Реагент представляет собой смесь гранулированного гидроксида трехвалентного железа, гранулированного оксида железа и ржавых отработанных железных корок. Исследование показывает, что железные гранулы способны удалять сероводород из осадка и воды в канализационных трубах, и они потенциально могут быть регенериированы и использованы повторно при контакте с растворенным кислородом [4].

Российскими учеными были изучены микробиологические процессы, протекающие в трубопроводах в присутствии сероводорода. Нормальный окислительно-восстановительный процесс трансформации серосодержащих соединений схематично выглядит следующим образом: органическая сера (в нефти и нефтепродуктах, выделениях человека, белках, аминокислотах и др. органических отходах, сульфатах) →  $H_2S$  (сероводород) →  $HS$ - (сульфиды) →  $RS$ - (меркаптаны) →  $S_o$  (сера элементная) →  $S_2O_3^{2-}$  (тиосульфат) →  $S_4O_6^{2-}$  (тетратионат) →  $HSO_3^-$  (сернистая кислота) →  $SO_3^{2-}$  (сульфит) →  $H_2SO_4$  (серная кислота) →  $SO_4^{2-}$  (сульфаты) [5].

Авторами обзора методов борьбы с сероводородом при добыче нефти дан анализ причин возникновения и методов борьбы с сероводородом при добыче нефти [6]. Отмечено, что на сегодняшний день существуют физические способы (дегазация нефти) и химические методы нейтрализации сероводорода [7].

Основным физическим способом борьбы с сероводородом, растворенным в канализационных и промышленных стоках, является их длительная аэрация с окислением сероводорода до элементной серы. Представлены данные из практики работы коммунальных хозяйств, что оптимальный интервал pH очистки стоков – 6,5-7,5, при этом ХПК (химическое потребление кислорода) равно 100-175 мг/л. За 15 часов аэрирования в аэротенках содержание сероводорода снижается с 20 до 2 мг/л. При снижении pH стоков ниже 6 процесс очистки от сероводорода ухудшается, а при pH менее 5 очистка вообще не происходит [8].

Химические методы удаления сероводорода в продукции нефтяных скважин основаны на его экстракции растворами химических реагентов (поглотителей сероводорода) и их условно делят на три основных: нейтрализация с получением органических соединений серы (сульфидов, меркаптанов, дисульфидов); нейтрализация с получением неорганической соли (сульфида, сульфита, сульфата); окислительно-восстановительный метод с получением серы. Выбор метода определяется с учетом технологической и экономической эффективности, доступности химического реагента и отсутствия побочных явлений в процессах добычи, транспорта и подготовки нефти. Для удаления сероводорода в продукции добывающих скважин требуется применение химических реагентов с получением соединений серы [9].

Для интенсификации процесса очистки предлагается использовать газообразные сильные окислители. Активность вещества как окислителя определяется величиной окислительного потенциала. Первое место среди окислителей занимает фтор, который из-за высокой агрессивности не может быть использован на практике. Для других веществ величина окислительного потенциала равна: для озона - 2,07; хлора - 0,94; пероксида водорода - 0,68; перманганата калия - 0,59 [6].

Ряд технологических решений предусматривают подщелачивание сероводородных стоков с переводом их в слабощелочную область и взаимодействие с соединениями железа по следующим реакциям:  $\text{H}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaHS}$ ;  $3 \text{NaHS} + 2 \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 + 3 \text{NaOH} + 3 \text{H}_2\text{O}$ ;  $3 \text{NaHS} + 2 \text{Fe(OH)}_3 \rightarrow 2 \text{FeS} + \text{S} + 3 \text{NaOH} + 3 \text{H}_2\text{O}$ .

Железный реагент, используемый в процессе, может быть регенерирован по реакциям:  $2 \text{Fe}_2\text{S}_3 + 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{Fe(OH)}_3 + 6 \text{S}$ ;  $4 \text{FeS} + 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{Fe(OH)}_3 + 4 \text{S}$ .

Таким образом, анализ научно-технической литературы позволяет сделать следующие выводы. Соединения железа оцениваются как одни из наиболее эффективных реагентов при нейтрализации сероводорода. Скорость и полнота процесса адсорбции растворенного сероводорода соединениями железа в значительной степени определяется формой нахождения гидроксидов железа в водных растворах. Наибольшей реакционной способностью обладают коллоидные соединения, которые могут быть получены из различных кислотных соединений железа (нитраты, хлориды, сульфаты) гидролизом. Однако все вышеперечисленные технологические решения в условиях промышленных предприятий и городского хозяйства требуют огромных капитальных вложений и площадей под оборудование и централизации при обработке стоков, использования небезвредных соединений тяжелых металлов-окислителей.

Учитывая отрицательные стороны технологии получения коагулянтов на основе кислотных соединений железа, требуется поиск альтернативных путей синтеза активных гидроксидов железа. Авторами проекта предлагается в качестве железосодержащего реагента использовать доступный и дешевый природный материал – железистые диатомиты.

Авторами предлагается неокислительный химический метод связывания сероводорода и меркаптанов в сульфиды железа с применением комплексного алюможелезистого коагулянта, полученного при переработке природного железистого диатомита и спека – промпродукта глиноземных производств. Комплексный коагулянт представляет собой сухой мелкодисперсный порошок серого или красного цвета.

#### Экспериментальная часть

В качестве исходных материалов для получения комплексного коагулянта использовали: железистую разновидность диатомитов Мугалжарского месторождения (таблица 1), спеки глиноземного производства, представляющие собой в основном смесь феррита и алюмината натрия. Количество спека определяется pH сточных вод и варьирует в пределах 10 – 20 мас. % в составе комплексном коагулянта.

Таблица 1. Химический состав образцов железистой диатомитовой руды

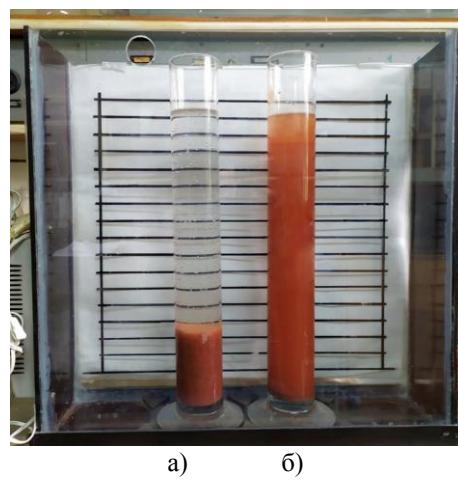
№ пробы	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	0,416	3,785	25,845	1,349	27,440
2	0,58	6,316	46,410	2,127	30,405

Пробу железистого диатомита подвергали обработке в лабораторном вибрационном истирателе ИВ 1, предназначенном для измельчения материала до тонкодисперсного состояния в периодическом режиме (рисунок 1). В результате получили мелкодисперсный материал с крупностью 0,05-0,07 мм. До такой же крупности измельчали щелочные добавки – спек. Материалы тщательно перемешивали до однородной массы.



Рис. 1. Вибрационный истиратель ИВ 1

С целью апробации полученного реагента в лабораторных условиях в выполнены исследования по очистке текущих канализационных стоков. Опыты проводились на модельных растворах, pH которых подкислялась до pH 6,5 соляной кислотой. По общепринятой методике сравнительных экспериментов в мерные стаканы наливали по 1 дм<sup>3</sup> стоков. В первый подавали суспензию коагулянта в количестве 100 мг твердого материала, второй цилиндр использовали как контрольный. Смесь трехкратно быстро перемешивали мешалками, фиксировали время начала эксперимента, после чего наблюдали процесс коагуляции флокул, их осаждения, уплотнения осадка и очистки воды. Процесс очистки имел период индукции около 100 сек., когда видимых изменений не происходит. Затем в первом цилиндре (с коагулянтом) начинался период интенсивной реакции и хлопьеобразования, сопровождающиеся быстрым осаждением и осветлением пульпы. Неприятный запах сероводорода, в сравнении с контрольным цилиндром, практически отсутствовал. ХПК (химическая потребность в кислороде) исходного канализационного стока – 152,5 мг/дм<sup>3</sup>, при использовании коагулянта с расходом 100 мг – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (рисунок 2).



а) с применением комплексного коагулянта; б) без применения комплексного коагулянта

Рис. 2. результаты эксперимента по удалению сероводорода из сточных вод и осаждению осадка

#### Обсуждение результатов

Механизм действия коагулянта при очистке стоков, содержащих сероводородные соединения, заключается в следующем: при взаимодействии порошка коагулянта со сточной водой при слабом

перемешивании активные гидроксиды железа вступают в реакции с сероводородными соединениями. Присутствующие в составе коагулянта диатомиты, в поры которых включены железистые соединения, сами являются достаточно хорошими адсорбентами с развитой удельной поверхностью и выступают промоторами реакций взаимодействия сероводорода с гидроксидами железа.

Щелочь, присутствующая в спеке, вступает во взаимодействие с кислотными анионами сточной воды (рН 4-5), что приводит к быстрому образованию активированных катионов трехвалентного железа, которые также взаимодействуют с растворенным сероводородом и образуют нерастворимые сульфиды железа. Для ускорения осаждения серосодержащих соединений железа в состав комплексного коагулянта введен алюминиевый коагулянт – алюминат натрия, способствующий образованию быстро осаждаемых флокул. Процесс образования, укрупнения и быстрого осаждения флокул регулируется как рН среды, так и наличием крупных нерастворимых образований.

### Выводы

Получен экономичный и эффективный реагент для очистки сточных вод от сероводорода из доступного природного сырья и проигротов глиноземного производства.

Коагулянт представляет собой мелкодисперсный сухой порошок и легко дозируется при его применении как на больших станциях очистки, представляющих поля фильтрации канализационных и промышленных стоков, так и на небольших системах водоочистки.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Jiaqi Zhang Qi Zhu, Zipeng Xing. Preparation of new materials by ethylene glycol modification and Al(OH)<sub>3</sub> coating NZVI to remove sulfides in water // Journal of Hazardous Materials Volume 390, 15 May 2020, 122049. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122049>
- [2] Simon W. Poulton, Michael D.Krom, Jaap, Van Rijn, Robert Raiswell. The use of hydrous iron (III) oxides for the removal of hydrogen sulphide in aqueous systems // Water Research, Volume 36, Issue 4, February 2002, Pp. 825-834. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00314-1](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00314-1)
- [3] Jianliang Sun, Junmei Zhou, Chii Shang, Gustaaf A. Kikkert. Removal of aqueous hydrogen sulfide by granular ferric hydroxide—Kinetics, capacity and reuse // Chemosphere. Volume 117, December 2014, Pp. 324-329. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.040>
- [4] J. L. Sun, C. Shang, G. A. Kikkert, Hydrogen sulfide removal from sediment and water in box culverts/storm drains by iron-based granules // Water Sci Technol (2013) Volume 68, Issue 12 68 (12): 2626–2631. <https://doi.org/10.2166/wst.2013.543>
- [5] Третьяков С.Ю., Мелехин А.Г. Технологии обезвреживания сульфидов в бытовых сточных водах // Экология и промышленность России. - 2012. - №1. - С. 12-16.
- [6] Чурикова Л. А., Уарисов Д. Д. Обзор методов борьбы с сероводородом при добыче нефти // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Межд. науч. конф. Санкт-Петербург, 2016. - С.109-113. URL <https://moluch.ru/conf/tech/archive/166/10854/>
- [7] Тихонова Н.А., Мукминова Ю.Н., Ручкинова О.И. Анализ методов очистки сточных вод от сульфидов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2011. №4. С. 138-151.
- [8] Игнатенко С.И., Костюков В.П., Фесенко Л.Н., Черкесов А.Ю. Совершенствование технологии очистки высококонцентрированных сульфидных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника, 2012, № 4. - С. 67-73. <https://catalog.belstu.by/catalog/articles/doc/86940>
- [9] Бондаренко И.В., Тастанов Е.А. Очистка канализационных и промышленных стоков от сероводородных соединений // Экология и промышленность Казахстана. - 2018. - №2 (58). - С.72-73.

Көлдеев Е.І., \*Бондаренко І.В., Темирова С.С., Алтыбаева Д.Х.

**Сүтегі сульфидінен ағынды суларды тазартуға арналған темірлі диатомит және сілті рагенттерінің негізінде күрделі коагулянты алу мүмкіндігі**

**Аннатація.** Сүтегі сульфидінен ағынды суларды тазартуға арналған темір құрамды қосылыстарынан негізделген коагулянтар синтезіне жүргізілетін зерттеулерге шолу мақалада ұсынылған. Этиленгликольмен және алюминий гидроксидімен модификацияланған наноздалған темірді пайдалану ұсынылады; темір түйіршікті материал. Татты өтелген темір қабықшағы мен түйіршікті темір оксиді, түйіршікті үшвалентті темір гидроксидінің коспасы болып табылатын, түйіршікті темір құрамды материалы, алюминий гидроксиді және этиленгликольмен түрлендірілген наномөлшерлі темірді пайдалану ұсынылады. Табиғи темірлі диатомит пен глинозем өндірісінің өнеркәсіптік өнімдеріне негізделген күрделі коагулянты дайындау бойынша өзіміздің зерттеулеріміздің нәтижелері келтірілген. Катты және сұйық фазалардың жеткілікті жоғары бөліну жылдамдығын және ағынды суларды тазартуда алынған коагулянт тиімділігін көрсетті.

**Түйінді сөздер:** ағынды сулар, құқыртты сүткөн тазарту, күрделі коагулянт, темірлі диатомит, глинозем өндірісінің үлгілері, шөгінділердің тұнбасы

УДК 622.7

**A.B. Baibatsha, A.A. Bekbotaeva, G.S. Turysbekova, E.K. Bektai**

(Satpaev University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: baibatsha48@mail.ru, ipgauhartas@mail.com)

## **STUDY OF MINERALOGICAL AND GRANULOMETRIC COMPOSITION OF COPPER ORE ENRICHMENT TAILINGS FOR BIOLEACHING**

**Abstract.** The material composition and particle size distribution of the copper ore tailings have been studied. Microscopic descriptions of polished sections made of loose tailings are given. Ore sulfide minerals are microscopic in size, they are distributed mainly inside the grains of the host rocks and are persistent in nature. Using the results of geological studies, a methodology for technological research was selected and laboratory experiments were conducted on the bioleaching of copper from the tailings.

**Key words:** non-ferrous metal ores, tailings, testing, copper sulfides, bioleaching.

**А.Б. Байбатша, А.А. Бекботаева, Г.С. Турысбекова, Е.К. Бектай**

(Satpaev University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: baibatsha48@mail.ru, ipgauhartas@mail.com)

## **ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНЫХ РУД ДЛЯ БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ**

**Аннотация.** Изучен минеральный и гранулометрический состав хвостов обогащения медных руд. Даны микроскопические описания анишлифов, изготовленных из сыпучих хвостов. Сульфидные рудные минералы имеют микроскопические размеры, они распределены в основном внутри зерен вмещающих пород и носят упорный характер. Используя результаты геологических исследований, выбрана методика технологических исследований и проведены лабораторные эксперименты по биовыщелачиванию меди из хвостов.

**Ключевые слова:** руды цветных металлов, хвосты обогащения, опробование, сульфиды меди, биовыщелачивание.

### **Введение**

Хвосты Балхашской обогатительной фабрики (БОФ) на глубину и по площади изучены бурением картировочных скважин (рис. 1). Разрез пробуренных скважин получен до подошвы хвостохранилища (рис. 2). По разрезу скважин отобраны секционные пробы для проведения минералогических и технологических лабораторных исследований [1-5].



**Рис. 1.** Хвостохранилище Балхашской обогатительной фабрики

Описание	Разрез	Глубина, м	Co	Zn	Y	Cu	Mo	Ni	Ag	Au
			$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$
Пески, супеси и суглинки	.....	0-2	30	80	1.0	100	40	3.0	10.0	<1.5
	.....	2-4	30	100	1.5	200	50	3.0	15.0	<1.5
	.....	4-6	25	60	1.0	80	30	3.0	10.0	<1.5
	.....	6-8	25	200	1.5	100	30	3.0	10.0	<1.5
	.....	8-10	40	100	1.5	150	60	3.0	15.0	<1.5
	.....	10-12	30	150	2.0	150	50	3.0	15.0	<1.5
	.....	12-14	25	150	1.5	250	60	3.0	15.0	<1.5
	.....	14-16	25	250	1.5	300	60	3.0	15.0	<1.5
	.....	16-18	30	100	1.0	100	50	3.0	15.0	<1.5
	.....	18-20	20	50	1.0	80	30	2.0	10.0	<1.5
	.....	20-22	20	25	5.0	80	25	3.0	10.0	<1.5
	.....	22-24	20	80	6.0	150	30	3.0	10.0	<1.5
	.....	24-26	20	100	6.0	250	50	2.5	15.0	<1.5
	.....	26-27	20	150	3.0	200	50	3.0	15.0	<1.5

Рис. 2. Разрез хвостохранилища БОФ по скважине № 3, масштаб 1: 200

По данным изучения гранулометрического состава хвостов ситовым анализом самыми распространенными фракциями являются 250 (они составляют 33,06 %) и 125 мкм (41,16 %), сумма которых в общей массе хвостов составляет 74,22 %. Если фракция размером более 0,5 мм составляет 8,18 %, а самая мелкая фракция размером менее 0,063 мм – всего 3,56 %.

#### Микроскопическое описание

Описание анишлифов, изготовленных из отобранных проб хвостов, показывает, что в них присутствуют существенно медные сульфиды (халькопирит, борнит, халькоzin, ковеллин) до 5-7 %. Редко присутствуют пирит, рутил, магнетит (рис. 3).

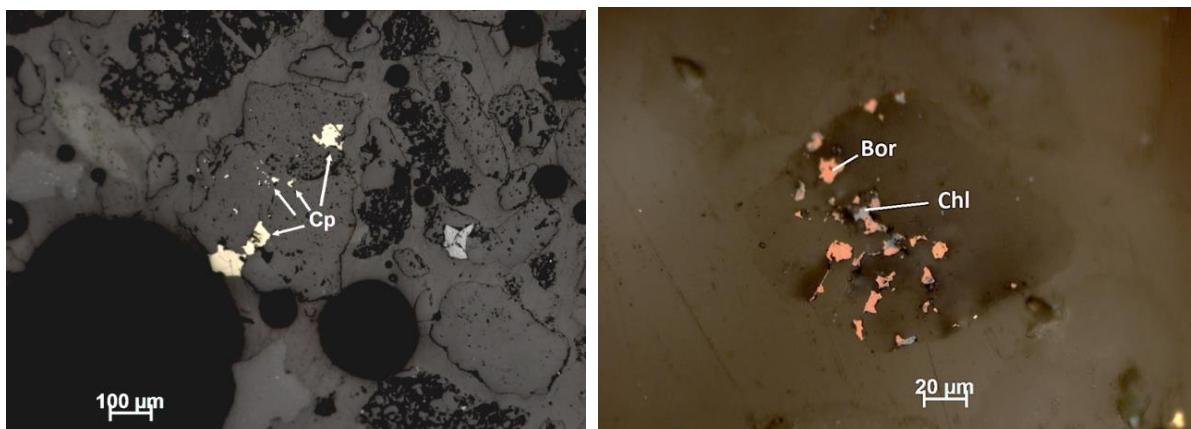


Рис. 3. Халькопирит (Cp), борнит (Bor) и халькозин (Chl) в зернах кварца

**Халькопирит** – среди мелких свободных зерен (0,005-0,02 мм) отмечаются зерна с размером 0,03x0,05 мм и крайне редко 0,05x0,1 мм. Редко в сростках встречаются более крупные зерна халькопирита. Отмечаются сростки халькопирита с: 1) халькозином и ковеллином (0,03x0,05 мм); 2) борнитом (0,05x0,1 мм); 3) пиритом; 4) сфалеритом; 5) галенитом; 6) кварцем (0,03-0,05 мм).

**Борнит** – коричневый гипогенный, размер свободных зерен от 0,005 до 0,025 мм, среди них редко встречаются 0,05 мм и крайне редко 0,04x0,07 мм. В отличие от халькопирита более крупные зерна борнита встречаются в сростках в основном с халькозином и ковеллином. Отмечаются сростки борнита с: 1) халькозином 3 сростка (до 0,05x0,1 мм); 2) ковеллином (0,03x0,05 мм) и в ковеллине (0,05 мм) как мелкие включения (0,005 мм); 3) ковеллином, халькозином и кварцем (халькозин с ковеллином – 0,04 мм и борнит – 0,025 мм); 4) кварцем (борнит как скопление мелких зерен в кварце, размером от 0,005-0,01 мм до 0,04x0,06 мм); 5) кварцем (в зерне кварца и по его краям борнит и ковеллин, размером 0,005-0,01 мм). Редко встречается розовый гипергенный борнит в срастании с халькозином, размером 0,01x0,07 мм и крайне редко до 0,1 мм.

**Халькозин и ковеллин** – размер свободных зерен минералов колеблется от 0,005 до 0,025 мм и до 0,03-0,05 мм, редко до 0,07-0,05x0,1 мм. Отмечаются сростки: 1) ковеллина с халькозином (0,03x0,05 мм, до 0,07 мм); 2) ковеллина и халькозина (0,04 мм) с борнитом (0,025 мм) и кварцем; 3) ковеллина с борнитом (зерна размером 0,005-0,01 мм по краю зерна кварца); 4) халькозина с борнитом (0,05x0,1 мм); 5) халькозина и ковеллина как включения в розовом борните (0,04x0,05 мм); 6) халькозина и ковеллина с халькопиритом (0,03x0,05 мм); 7) халькозина с розовым борнитом (0,05x0,08 мм).

**Методика и результаты лабораторного эксперимента.** Выполнены лабораторные технологические эксперименты по извлечению меди из накопленных хвостов Жезказганского месторождения медистых песчаников. Ниже приведены результаты лабораторного эксперимента по биовыщелачиванию хвостов «Боргезсай» Жезказганской обогатительной фабрики.

При выщелачивании продуктов в плотных пульпах большое значение приобретает режим перемешивания и аэрации пульпы, оптимизация которых позволяет создать наиболее благоприятный состав раствора при насыщении кислородом и углекислым газом. Наиболее оптимальное перемешивание плотных пульп создается в аппаратах типа «пачук» с использованием воздуха. При этом в пачуках пульпа эффективно перемешивается и твердая часть пульпы поддерживается во взвешенном состоянии без резких перепадов плотности пульпы.

Наличие тонковкрапленных минералов меди в кварце и обломках кремнистых пород требует для их раскрытия дополнительного измельчения, что требует значительных затрат. Для решения проблемы необходимы меры по деструкции зерен кварца и кремнистых пород с целью высвобождения тонковкрапленных минералов меди.

Для переработки хвостов технология выщелачивания меди является эффективной по капитальным и эксплуатационным затратам. В эксперименте была поставлена задача разработки технологии для вовлечения в переработку лежальных хвостов. Учитывая данные минералогического и рентгенфлуоресцентного анализа проб, наличие сульфидных минералов меди, наличие общей серы, содержание которой достигало 5-7 %, лабораторные исследования было проведено двумя методами: 1) перколяционным выщелачиванием; 2) агитационным выщелачиванием.

*Перколяционное выщелачивание*

Условия эксперимента:

Размер измельченных зерен руды – от -1 до -0,074 мм.

Время выщелачивания – 98 часов (4 суток).

Состав выщелачивающего раствора – 5 г/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Содержание двухвалентного железа – +4-6 г/л Fe<sup>2+</sup>.

Концентрация клеток – 10<sup>6</sup> кл/мл (*Th.ferrooxidans*).

При проведении исследований раствор просачивался частично, с течением времени просачивание замедлялось. Перколяцию проводили для проверки применимости кучного выщелачивания хвостов обогатительной фабрики. Проведение перколяции было затруднено на основе полученного тонкоизмельченного материала проб (-0,074 мм) при наличии глинистой составляющей (глинистая составляющая при Al до 4 %). При проведении перколяции раствор просачивался очень медленно и показатели были низкими.

*Агитационное выщелачивание*

В лабораторных условиях в активаторе выщелачивали пробу с навеской 200 г (при Т:Ж=1:4 , при содержании H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (5г/л) , pH=2) в течение 96 часов в четырех колбах с разными пробами. Кек выщелачивания направляли на химический анализ. При химическом (без добавления бактерий) агитационном выщелачивании не были достигнуты необходимые параметры извлечения. Извлечение меди составило 30 % в течение 72 часов.

Для интенсификации процесса использовали бактериальное выщелачивание с штаммами бактерий *Th.ferrooxidans*. Известно, что биовыщелачивание позволяет ускорить растворение халькопирита в 12 раз, арсенопирита и сфалерита в 7 раз, ковеллина и борнита в 18 раз по сравнению с обычными химическими методами. Данные минералогического анализа представленных проб подтверждают наличие таких минералов в исследуемых хвостах [1-5].

*Исследование бактериально-химического выщелачивания проб.* Важнейший фактор бактериального выщелачивания – это быстрая регенерация сернокислого окисного железа тионовыми бактериями, что ускоряет процесс окисления и выщелачивания. В промышленных масштабах бактериальное выщелачивание применяется для кучного выщелачивания полезных ископаемых (меди и урана) из руд на месте их залегания. Экономически целесообразно с помощью бактериального выщелачивания извлекать медь из забалансовых сульфидных руд. Это осуществляется водными растворами трехвалентного железа в присутствии железоокисляющих бактерий.

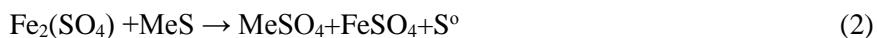
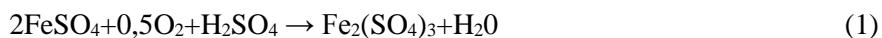
Простота аппаратуры для бактериального выщелачивания и возможность быстрого размножения бактерий, особенно при возвращении в процесс отработанных растворов, содержащих бактерии, предоставляет возможность не только снизить себестоимость извлечения металлов, но и значительно увеличить ресурсы минерального сырья за счет использования бедных, забалансовых руд, а также отходов обогащения и хвостов.

В условиях бактериального выщелачивания хвостов большую роль играют микроорганизмы, адаптированные и активированные для извлечения металлов. Исследования и большой практический опыт зарубежного применения кучного выщелачивания хвостов показали, что технология бактериально-химического выщелачивания эффективна за счет снижения капитальных затрат и уменьшение эксплуатационных расходов [6-12].

*Железоокисляющие бактерии.* Железоокисляющие бактерии, участвующие в выщелачивании металлов, по типу питания относятся к хемоавтотрофным, для получения энергии, катализирующей химические окислительно-восстановительные реакции и ассимилирующие углекислый газ для конструктивного обмена клеток, т. е. питающихся автономно без использования органики. Автотрофные микроорганизмы не являются патогенными, как некоторые гетеротрофы или парапастрофы. Исследованиями установлено, что основная роль железоокисляющих бактерий для выщелачивания заключается в окислении закисного железа (в растворе серной кислоты с участием кислорода) до трехвалентной формы, которая окисляет сульфиды. Также применение железоокисляющих бактерий для выщелачивания определяется химическим действием трехвалентного железа на минералы рудного сырья.

*Механизм окисления сульфидов металлов.* Различают два основных механизма бактериального окисления сульфидов: косвенный и прямой. Тионовые бактерии являются хемоавтотрофами, то есть единственный источник энергии для их жизнедеятельности – процессы окисления закисного железа, сульфидов различных металлов и элементарной серы. Эта энергия расходуется на усвоение углекислоты выделяемой из атмосферы или из руды. Получаемый углерод идет на построение клеточной ткани бактерий. *AFerrooxidans* окисляют сульфидные минералы до сульфатов прямым и косвенным путем.

*Косвенный механизм окисления сульфидов металлов протекает по следующей схеме:*



*Прямой механизм окисления сульфидов.* Этот механизм основан на прикреплении бактерий к сульфидам и за счет процессов во внеклеточном поверхностном слое происходит окисление сульфидов. В практике кучного выщелачивания при биоокислении кучи руды и отвалов может генерировать высокую температуру внутри ее в результате окисления сульфидов. Но при выщелачивании хвостов с низким содержанием сульфидов этот эффект не столь значителен.

При высоком содержании сульфидов можно применять управление кучным выщелачиванием для поддержания температуры за счет регулирования биологической активности применяемой культуры бактерий и максимизации сохранения тепла в куче.

При проведении исследований использовали среду 9К (Сильвермана и Люндгрена). Концентрация бактерий в растворе составляла  $10^6$  кл/мл, что позволило достижение оптимума биообработки материала.

*Подготовка бактериального раствора.* Для проведения бактериального выщелачивания выращивали биомассу бактерий *A.Ferrooxidans* в течение 5 суток. Питательная среда *A.Ferrooxidans* состоит:  $\text{FeSO}_4$  – 5 г/л;  $\text{NH}_4\text{SO}_4$  – 1,5 г/л;  $\text{MgSO}_4$  – 0,5 г/л;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0,5 г/л;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 г/л.

*Методика проведения эксперимента.* Агитационное бактериальное выщелачивание хвостов проводили на пробе массой 200 г при соотношении Т:Ж = 1:4, температура 25 °C, 250 об/мин. Промывка образца  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1%) + бактериальное вскрытие. По массе 200 г пробы выщелачивали в 1000 мл растворе, содержащего до 10 г/л серной кислоты. После кислотной обработки провели бактериальное выщелачивание. Бактериальное выщелачивание проводили в течение 120 часов бактериальным раствором *A.Ferrooxidans*. Содержание трехвалентного железа  $\text{Fe}^{3+}$  составляло 3 г/л. Выщелачивание проводили при  $T=25$  °C, Т:Ж = 1:4.

Используемые микроорганизмы адаптированы к данной пробе для проведения эффективного биоокисления. Использовали температурный режим 25 °C с применением мезофильных бактерий (рис. 4).

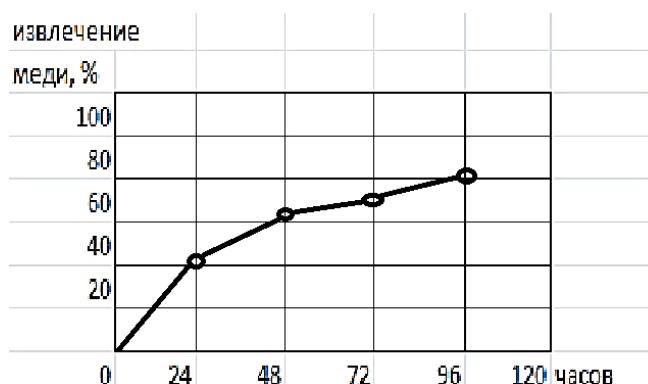


Рис. 4. Зависимость извлечения от времени биовыщелачивания

Как видно из рис. 4, биовыщелачивание меди в лабораторных исследованиях в течение 4 суток приблизилось к 80 %. Эти данные показывают применимость использования агитационного бактериального окисления для хвостов «Боргезая». Результаты химического анализа проб приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты химического анализа преработанных проб

№ пробы	Состав	Содержание, %
1	Cu	0,08
4	Zn	0,01
6	Fe <sub>общ</sub>	0,5
7	S	0,08

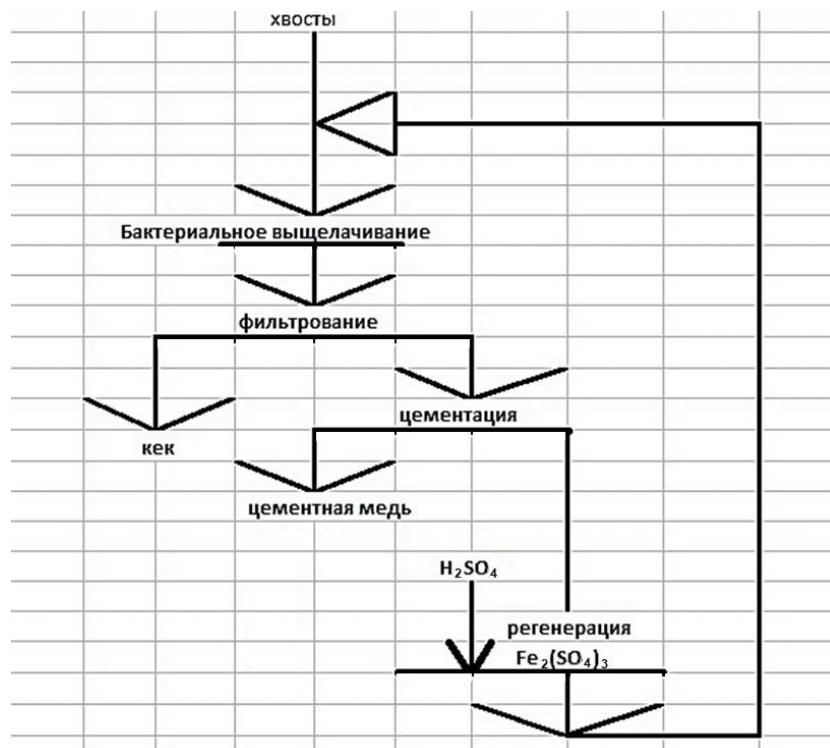
Результаты анализов исходной пробы хвостов показали, что промышленное значение имеет медь, ее содержание составляет 0,22 %. В пробах при химическом анализе отмечено наличие большого количества редкоземельных металлов. Возможность выделения их при выщелачивании требует дополнительных исследований.

Показатели агитационного бактериально-химического выщелачивания приведены ниже. Следует выделить результаты по одной из проб (№ Б6 (2)+0,15 м). Исходная пробы весом  $m = 1$  г содержит медь 0,22 %. После выщелачивания содержание меди составила 0,08 % (см. табл. 3.1). Эти данные показывают, что степень извлечения меди была достигнута на уровне 63,6 %. Сернокислотное агитационное бактериальное выщелачивание пробы проводили в течение 120 часов. Эти данные показывают эффективность сернокислотного биовыщелачивания в агитаторе. Технологическая схема по биовыщелачиванию меди из хвостов с получением медного концентрата представлена на рис. 5.

#### Выводы

1. Количество медных минералов в поле зрения цементированного шлифа составляет примерно 5-7 %. Медные минералы (халькопирит, борнит, халькоzin, ковеллин) в хвостах находятся примерно в равных количествах. Хвосты представляют собой тонкоизмельченный материал и фракции варырует от +0,15 до -0,074 мм.

2. Минералогический анализ показывает, что зерна медных минералов тонковкрапленные в кварце и обломках кремнистых пород. Размеры зерен меньше 20 мкм. Такая тонковкрапленность медных минералов объясняет наличие высокого содержания меди, которое не было извлечено при переработке на обогатительной фабрике. Для полного раскрытия минералов требуется деструкция их с целью освобождения сульфидов меди.



**Рис. 5.** Технологическая схема выщелачивания меди из хвостов

3. Для оптимального извлечения меди из хвостов предполагается провести выщелачивание с доизмельчением на следующих этапах исследования. Сверхтонкое измельчение для деструкции минералов является дорогостоящей процедурой. Альтернативой такого процесса является проведение биоразложения кварцевых и кремнистых зерен с целью высвобождения медных минералов и доступа выщелачивающих реагентов к ним.

4. Перколяционным выщелачиванием (аналог кучного выщелачивания) не было достигнуто удовлетворительного технологического эффекта.

5. Агитационное химическое выщелачивание проб показало низкую эффективность процесса. За 96 часов извлечение меди составило около 30 %.

6. Использование бактериально-химического выщелачивания позволяет достичнуть извлечения меди свыше 63 % за 120 часов и может быть рекомендовано для выщелачивания хвостов для интенсификации процесса извлечения меди.

7. Для эффективного извлечения выщелачиванием других ценных металлов, включая редкоземельные, требуется дальнейшее научное исследование по определению оптимальных параметров процесса и оптимизации технологических режимов.

*Работа выполнена в рамках темы государственного заказа по программно-целевому финансированию № 2018/BR05233713 «Комплексное геологическое изучение недр для развития ресурсной базы и разработки новых источников рудного сырья Казахстана».*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Байбатша А.Б. (2018) Минералогия хвостов Жезказганской обогатительной фабрики. Монография. Алматы, Асыл кітап. – 160 с.
- [2] Baibatsha A.B., Dussembayeva K.Sh., Bekbotayeva A.A. (2016) Study of tails enrichment factory Zhezkazgan as a technogenic ore deposits// 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2016, 30 June-6 July, Albena, Bulgaria. ISBN 978-619-7105-55-1. – PP. 579-586.
- [3] Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Бекботаева А.А. (2016) Геолого-минералогические особенности хвостов Жезказганской обогатительной фабрики как техногенного месторождения // ГеоБайкал 2016. Иркутск, Россия – С. 38-40.
- [4] Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Бекботаева А.А. (2016) Результаты лабораторного изучения проб картировочного бурения хвостохранилища Боргезсай (Жезказган)// Вестник КазНИТУ. № 6 – С. 3-9.
- [5] Baibatsha A., Dussembayeva K., Bekbotayeva A., Abdullayeva T. (2018) Tails of enrichment factories as the technogenic mineral resources. SGEM-2018, Albena, Bulgaria, 2018. – P. 519-526.
- [6] Gericke M., Pinches A., Van Rooyen J.V. (2001) Bioleaching of a chalcopyrite concentrate using an extremely thermophilic culture. International journal of mineral processing. - 2001. V. 62. № 1. – PP. 243-255.
- [7] Rodriguez Y., Ballester A., Blazquez M.L. et al. New information on the pyrite bioleaching mechanism at low and high temperature // Hydrometallurgy. V. 71. – P. 37-46.
- [8] Schippers A. Chapter 1. (2007) Microorganisms involved in bioleaching and nucleic acid-based molecular methods for their identification and quantification. // Microbial Processing of Metal Sulfides. Springer Netherlands. – P. 3-33.
- [9] Руднев Б. П. (2009) Обзор мирового опыта переработки хвостов обогащения и отвалов металлургического производства обогатительными методами // Цветная металлургия, № 4. – С. 3-9.
- [10] Руднев Б.П. (2009) Обзор мирового опыта переработки хвостов обогащения и отвалов металлургического производства обогатительными методами // Цветная металлургия, №5. – С. 16-25.
- [11] Турысбекова Г.С. (2014) Технология бактериального выщелачивания, Алматы. – 35 с.
- [12] Хандмаа С. (2008) Исследование по переработке хвостов промпродуктовой флотации обогатительной фабрики совместного предприятия Эрдэнэт методом биометаллургического выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). М., №1, том 15. – С. 215-234.

Байбатша А.Б., Бекботаева А.А. Турысбекова Г.С., Бектай Е.К.

**Мыс рудасын байыту қалдықтарының минералдық және гранулометриялық құрамын биошаймалау үшін зерделеу**

**Түйіндеме.** Мыс рудаларын байыту қалдықтарының минералдық және гранулометриялық құрамы зерттелген. Қосық қалдықтардан даярланған анишлифттердің микроскоптық сипаттамасы берілген. Сульфид руда минералдар микроскопиялық өлшемдерге ие, олар негізінен сыйыстыруышы таужыныстар түйірлерінің ішінде орналасқан және жабық сипатты болады. Геологиялық зерттеулер нәтижелерін пайдалана отырып, технологиялық зерттеулер әдістемесі таңдалған және қалдықтардан мысты биошаймалау үшін лабораториялық эксперименттер жүргізілген.

**Түйін сөздер:** түсті металдар рудасы, байыту қалдықтары, сынамалау, мыс сульфидтері, биошаймалау.

УДК 535.37+539.2:548.571

Z.K. Aimaganbetova, K.Sh. Shunkeyev

(K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan  
E-mail: Zukhra.aimaganbetova@mail.ru, shunkeev@rambler.ru)

## СОБСТВЕННЫЕ И ПРИМЕСНЫЕ ДЕФЕКТЫ В ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

**Summary.** This article discusses studies of the intrinsic luminescence of AHCs, in which a systematic approach taking into account the size of halogens has not yet been considered. Therefore, we specially selected crystals with the same cation sizes and different sizes of anions, for example, KCl, KBr, and KI. The nature of the occurrence of anionic Frenkel, cationic Frenkel defects and Schottky defects is described. The theoretically calculated energies of creating Schottky defects ( $E_{\text{Sh}}$ ), as well as anionic ( $E_{\text{FA}}$ ) and cationic ( $E_{\text{FK}}$ ) Frenkel pairs in AHCs are given. The formation of various types of defects is shown using the example of the fundamental absorption spectrum of thin KF, KCl, KBr, and KI films on a LiF substrate.

**Key words.** alkali halide crystals, impurity defects, point defects, luminescence, absorption spectrum

З.К. Аймаганбетова, Ш.К. Шункеев

## СОБСТВЕННЫЕ И ПРИМЕСНЫЕ ДЕФЕКТЫ В ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются исследования собственной люминесценции ЩГК, в которых до сих пор не принимался системный подход с учетом размеров галогенов. Поэтому нами специально выбраны кристаллы с одинаковыми размерами катионов и различными размерами анионов, например, KCl, KBr и KI. Описана природа возникновения анионных френкелевых, катионных френкелевых дефектов и Шоттковских дефектов. Приведены теоретически рассчитанные энергии создания дефектов Шоттки ( $E_{\text{Ш}}$ ), а также анионных ( $E_{\text{ФА}}$ ) и катионных ( $E_{\text{ФК}}$ ) пар Френкеля  $(v_a^+, i_a^-, v_c^-, i_c^+)$  в ЩГК. Модельно показано образование различных видов дефектов на примере спектра фундаментального поглощения тонких пленок KF, KCl, KBr и KI на LiF подложке.

**Ключевые слова:** щелочногалоидные кристаллы, примесные дефекты, точечные дефекты, люминесценция, спектр поглощения

**Введение.** Щелочногалоидные кристаллы благодаря своей простой кристаллохимической и электронной структуре оказались исключительно удобными объектами для исследования природы люминесценции и механизмов создания радиационных дефектов в широкощелевых диэлектрических материалах. Они построены из замкнутых электронных оболочек отрицательно заряженных ионов галогена ( $X^-$  – анионов) и положительно заряженных ионов щелочного металла ( $M^+$  – катионов), и поэтому принято называть их кристаллами со структурой  $M^+X^-$  или  $A' B^{VII}$ .  $A'$  – означает первую группу элементов в таблице Д.И. Менделеева, а  $B^{VII}$  – соответственно седьмую группу элементов [1]. Изолированные атомы щелочного металла и галогена имеют следующую электронную конфигурацию, например,  $Na^0 - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ,  $Cl^0 - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ , а в матрице ЩГК ионы соответствующих элементов принимают следующую электронную конфигурацию –  $Na^+ - 1s^2 2s^2 2p^6$ ,  $Cl^- - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ . В результате валентный электрон, находящийся на внешней оболочке  $Na^0$ , полностью переходит к  $Cl^0$ . Способность атома отдавать наружные электроны определяется величиной его ионизационного потенциала, а способность присоединять электроны – энергией присоединения (или так называемым средством к электрону). В результате между  $Na^+$  и  $Cl^-$  осуществляются ионные связи, и поэтому их нередко называют ионными кристаллами. При нормальных условиях галогениды лития, натрия, калия и рубидия имеют гранецентрированную кубическую решетку (типа NaCl), а галогениды цезия имеют объемноцентрированную кубическую решетку (типа CsCl). В межионных взаимодействиях ионных кристаллов существенную роль играют кулоновские силы. Когда ионы сближаются настолько, что их электронные оболочки начинают перекрываться, проявляются силы отталкивания, связанные с квантовомеханическим запретом на существование в одном состоянии нескольких электронов. Силы отталкивания противодействуют силам кулоновского и поляризационного притяжения, что и приводит к установлению некоторого равновесного значения межионных расстояний.

В принципе в чистых кристаллах  $A' B^{VII}$  могут существовать четыре типа простейших точечных дефектов, модельно показано на рисунке 1.

1. Анионные френкелевские дефекты, т.е. равное число анионных вакансий  $(v_a^+)$  и междуузельных ионов галоида  $(X_i^-)$ .
2. Катионные френкелевские дефекты, т.е. равное число катионных вакансий  $(v_c^-)$  и междуузельных ионов щелочного металла  $(M_i^+)$ .
3. Шоттковские дефекты, т.е. равное число  $v_c^-$  и  $v_a^+$ .
4. Антишоттковские дефекты, т.е. равное число  $M_i^+$  и  $X_i^-$  [2].

Следует отметить, что в диэлектрических материалах, имеющие ионные связи, куда относятся ЩГК, для сохранения электронейтральности решетки, как правило, в равновесном термодинамическом состоянии концентрации разнозаряженных дефектов остается равными.

В таблице 1 приведены теоретически рассчитанные энергии создания дефектов Шоттки ( $E_{\text{Ш}}$ ), а также анионных ( $E_{\text{ФА}}$ ) и катионных ( $E_{\text{ФК}}$ ) пар Френкеля  $(v_a^+, i_a^-, v_c^-, i_c^+)$  в ЩГК. Во всех ЩГК  $E_{\text{Ш}} < E_{\text{ФА}}$  и  $E_{\text{Ш}} < E_{\text{ФК}}$ .

В неравновесных условиях в ЩГК несомненно создаются и дефекты Френкеля. Эти условия легко реализуются при облучении ЩГК, особенно в тех случаях, если создание дефектов осуществляется в объеме кристалла при низких температурах, когда их движение на большие расстояния и выход на поверхность невозможны [3].

**Таблица 1. Энергии (эВ) создания дефектов Шоттки ( $E_{\text{Ш}}$ ), а также анионных ( $E_{\text{ФА}}$ ) и катионных ( $E_{\text{ФК}}$ ) дефектов Френкеля в ЩГК**

Кристалл	$E_{\text{Ш}}, \text{эВ}$		$E_{\text{ФА}}, \text{эВ}$		$E_{\text{ФК}}, \text{эВ}$	
NaF	3,19	2,49	6,01	3,39	4,39	3,53
NaCl	2,58	2,26	5,48	4,60	3,32	2,88
NaBr	2,54	2,11	5,46	4,84	3,06	2,56
NaI	2,34	1,77	5,36	5,15	2,61	2,01
KF	2,74	1,95	4,00	3,57	3,83	4,27
KCl	2,69	2,20	4,40	3,73	3,37	3,46
KBr	2,73	2,13	4,52	4,17	3,27	3,16
KI	2,64	2,00	4,60	4,26	3,02	2,73

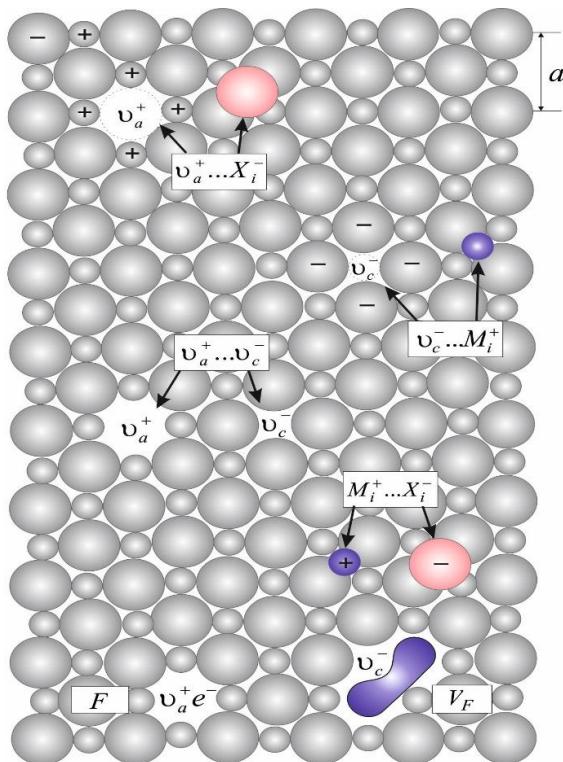
В этой ситуации, несмотря на необходимость затраты большой энергии, в основном могут создаваться не дефекты Шоттки, а дефекты Френкеля. Геометрические параметры (постоянная решетки, ионные радиусы щелочного металла и галогенов) в ЩГК представлены в таблице 1.

Катионные вакансии  $(v_c^-)$  в ЩГК подробно изучены по ионной проводимости. В кристаллах KCl и KBr одиночная катионная вакансия  $(v_c^-)$  становится подвижной при  $T \geq 250$  К. Энергия активации прыжковой диффузии  $v_c^-$  составляют 0,6-0,8 эВ. Полоса поглощения ионов галоида около  $(v_c^-)$  пока не найден. Возможно, она лежит при больших энергиях, чем экситонное поглощение регулярных участков кристалла.

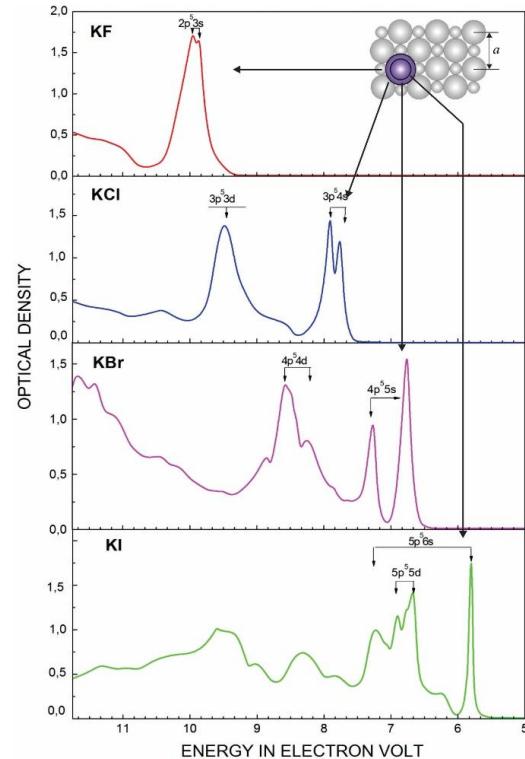
Анионные вакансии  $(v_a^+)$  в ЩГК хорошо изучены по спектрам поглощения. Прыжковая диффузия анионных вакансий требует энергии активации несколько большей, чем для диффузии  $v_c^-$ .

**Методы и результаты.** Однако уже при температурах, приближающихся к комнатной,  $v_a^+$  в KBr и KCl (особенно в поле других дефектов) могут двигаться на небольшие расстояния. Интенсивная диффузия одиночных  $v_a^+$  происходит при  $T > 500$  К. По регистрации ионной

проводимости кристаллов KCl и KBr были зарегистрированы ассоциативные проводимости с энергией активации около 1,0 эВ, обусловленные диссоциацией вакансий ( $v_c^- v_a^+$ ). Розман осуществил теоретический расчет спектров поглощения ионов галоида в ЩГК около дивакансий  $v_c^- v_a^+$ . Для таких ассоциаций следует ожидать поглощение в области между  $\alpha$  – полосой ( $v_a^+$ ) и длинноволновой экситонной полосой поглощения [4-5].



**Рис. 1.** Иллюстративная схема образования анионных ( $v_a^+ \dots X_i^+$ ), катионных ( $v_c^- \dots M_i^+$ ) Френкелевских дефектов, дефектов Шоттки ( $(v_a^+ \dots v_c^-)$ ) и антишотковских ( $M_i^+ \dots X_i^-$ ) дефектов, а также радиационных дефектов, например,  $F(v_a^+e^-)$  и  $V_F(v_c^-e^+)$  – центров в ЩГМ



**Рис. 2.** Спектр фундаментального поглощения тонкой пленки KF, KCl, KBr и KI на LiF подложке

Шотковские и Френкелевские дорадиационные дефекты решетки могут играть роль ловушек для подвижных электронных возбуждений. Например,  $\alpha$  – полоса поглощения в ЩГК соответствует оптическому созданию одногалоидного экситона в поле анионной вакансии, а  $\alpha$  – люминесценция соответствует излучательной релаксации электронного возбуждения, локализованного в поле анионной вакансии.

В процессе облучения кристаллов ионизирующими излучениями при захвате электронов на  $v_a^+$  возникают наиболее изученные в твердых материалах, так называемые  $F$  – центры ( $v_a^+e^-$ ). Термическое разрушение  $F$  – центров в ЩГК начинается при высоких температурах, более 500 К. При захвате дырок на катионной вакансии ( $v_c^-$ ) возникают, так называемые  $V_F$  – центры ( $v_c^-e^+$ ), структура которых подробно изучена Кэнцигом, Пунгом. В настоящее время установлен механизм

создания первичных радиационных дефектов в щелочногалоидных материалах при распаде электронных возбуждений, как в регулярных узлах решетки, так и в поле различных дефектов решетки [6-7]. Их структура будет описана в разделе, когда будет обсуждаться механизмы создания и ассоциации подвижных радиационных дефектов, приводящие к термически устойчивым образованиям. Спектральным паспортом по идентификации щелочногалоидных материалов является их спектр оптического поглощения, который характеризует фундаментальные оптические свойства, и поэтому, его называют спектром фундаментального поглощения.

Прямая экспериментальная регистрация спектров собственного (фундаментального) поглощения весьма затруднена из-за большого значения коэффициента поглощения ( $A=10^5\text{--}10^7 \text{ см}^{-1}$ ). Регистрация спектров фундаментального поглощения ЩГК возможна в условиях микронной толщины матрицы, что не выполнимо в условиях монокристалла. Поэтому регистрацию спектров фундаментального поглощения осуществляют после напыления исследуемого вещества в виде тонкой пленки на поверхность материала, прозрачнее чем исследуемое вещество. В [8] тонкие пленки были изготовлены сублимированием щелочногалоидных соединений на кристаллы LiF. Это связано с тем, что кристалл LiF прозрачен в той области спектра, в которой должны проявляться максимумы фундаментального поглощения остальных 19 щелочногалоидных кристаллов. В кристалле LiF максимум низкоэнергетических анионных экситонов при 80 К соответствует 13 эВ, а у остальных кристаллов в пределах 10–5,8 эВ. Поэтому кристалл LiF играет роль подложки для тонкого слоя ЩГК.

В качестве примера на рисунке 2 представлены спектры фундаментального поглощения кристаллов KF, KCl, KBr и KI. Для визуальной иллюстрации были выбраны кристаллы с одним катионом (K) в комбинации с различными галогенами размеры которых увеличивались в следующем ряду  $\text{F}(1,33\text{\AA}) \rightarrow \text{Cl}(1,81\text{\AA}) \rightarrow \text{Br}(1,96\text{\AA}) \rightarrow \text{I}(2,2\text{\AA})$  [9].

Из рисунка 2 следуют следующие основные закономерности: во-первых, узкая полоса поглощения при 9,88 эВ для KF, при 7,79 эВ для KCl, при 6,71 эВ для KBr и при 5,88 эВ для KI соответствует оптическому созданию одногалоидных экситонов (на вставке рисунка 2 схематически представлена структура одногалоидного экситона); во-вторых, с увеличением размера галогена, входящего в состав кристалла, максимум спектра фундаментального поглощения сдвигается в сторону меньшей энергии фотонов, тем самым материал становится менее прозрачным.

В таблице 2 для всех ЩГК представлены максимумы спектров фундаментального поглощения и значения ширины запрещенной зоны, из которой следует вышеуказанные закономерности, т.е. с увеличением ионного размера галогена уменьшается энергия запрещённой зоны и максимумы поглощения одногалоидного свободного экситона сдвигаются в сторону меньшей энергии.

Спектральная область поглощения  $A=10^2\text{--}10^6 \text{ см}^{-1}$  достаточно хорошо описывается соотношением, введенное Урбахом:

$$A(\nu, T) = A_0 \exp\left\{-\sigma \frac{h(\nu_0 - \nu)}{kT}\right\}. \quad (1.1)$$

Параметр  $\sigma$  можно представить в виде:

$$\sigma = \sigma_0 f(w, T) = \sigma_0 \left[ \frac{2kT}{hw} \operatorname{tg}\left(\frac{hw}{kT}\right) \right], \quad (1.2)$$

где  $k$  – постоянная Больцмана,  $hw$  – энергия фотона.

Однофотонное погложение соответствует электронным переходам между состояниями различной чётности:  $np^6 \rightarrow np^5(n+1)s$ . Двуфотонное погложение соответствует электронным переходам между состояниями одинаковой чётности:  $np^6 \rightarrow np^5(n+1)p$ . В соответствии с правилом отбора в режиме однофотонного поглощения в ЩГК создаются  $1s$ ,  $2s$ ,  $3s$  – экситоны, а в режиме двуфотонного поглощения  $2p$ ,  $3p$  – экситоны [10-11].

**Дискуссия.** Для интерпретации спектров собственного поглощения ЩГК необходимо выделить в них спектральные области, обусловленные созданием анионных экситонов и электронно-дырочных возбуждений. Взаимодействие излучений с веществом – это, по существу, процесс, состоящий из ряда последовательно протекающих этапов. Первый этап – непосредственный акт соударения ионизирующей частицы (или кванта электромагнитного излучения) с кристаллообразующей частицей, в результате чего передается энергия, а участники соударения

переходят в новое состояние.

Таблица 2. Геометрические и оптические параметры щелочногалоидных материалов.  $a_0$  – постоянная решетки (в Å),  $r_M^+$  – ионные радиусы щелочных металлов (в Å),  $r_X^-$  – ионные радиусы галогенов (в Å),  $E_g$  – значения ширины запрещенной зоны (в эВ),  $E_{ex}^\chi$  – положения максимумов полос фундаментального поглощения кристаллов, соответствующие созданию свободных экситонов (в эВ)

Кристалл	$a_0$ , Å	$r_M^+$ , Å	$r_X^-$ , Å	$E_g$ (эВ)	$E_{ex}^\chi$ (эВ)
LiF	4,03	0,68	1,33	13,7	12,9
LiCl	5,14	0,68	1,81	9,4	8,67
LiBr	5,50	0,68	1,96	7,6	7,23
LiI	6,00	0,68	2,20	6,1	5,94
NaF	4,63	0,98	1,33	11,5	10,66
NaCl	5,64	0,98	1,81	8,75	7,96
NaBr	5,98	0,98	1,96	7,1	6,71
NaI	6,47	0,98	2,20	5,9	5,61
KF	5,35	1,33	1,33	10,8	9,88
KCl	6,29	1,33	1,81	8,7	7,79
KBr	6,60	1,33	1,96	7,4	6,71
KI	7,07	1,33	2,20	6,34	5,88
RbF	5,63	1,49	1,33	10,3	9,54
RbCl	6,58	1,49	1,81	8,5	7,54
RbBr	6,89	1,49	1,96	7,2	6,64
RbI	7,34	1,49	2,20	6,3	5,73
CsF	6,01	1,65	1,33	9,8	9,27
CsCl	4,11	1,65	1,81	8,3	7,85
CsBr	4,30	1,65	1,96	7,3	6,83
CsI	4,57	1,65	2,20	6,1	5,30

Время отдельного соударения можно оценить в  $10^{-16} - 10^{-14}$  с.

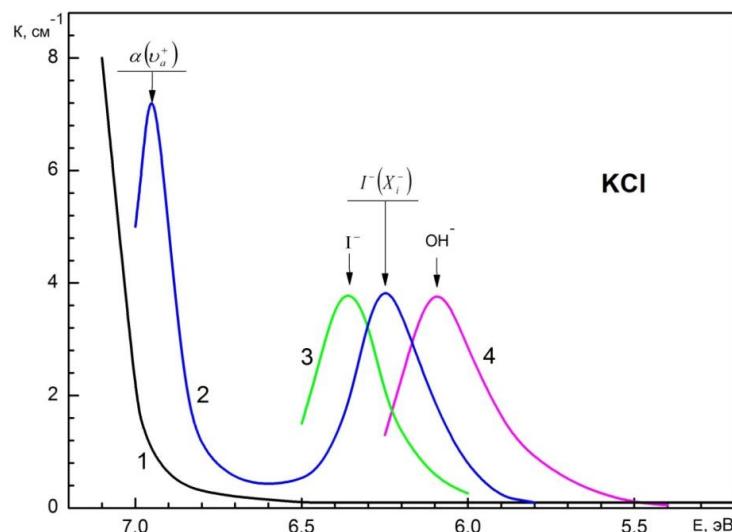
Передача энергии может быть или упругой (кинетическая энергия системы излучение – вещество не изменяется), или неупругой (кинетическая энергия излучения затрачивается на изменение потенциальной энергии вещества). В ШГК вероятность упругого рассеяния при не очень больших энергиях налетающих частиц незначительна.

При взаимодействии ионизирующего излучения с веществом энергия затрачивается в основном на возбуждение электронной подсистемы матрицы. В результате этого происходит возбуждения электронов в различных оболочках кристаллообразующих частиц. Электроны, получившие избыточную энергию и импульс, вступают во взаимодействие с кристаллом, растратчивая при этом энергию на создание вторичных электронных возбуждений. При поглощении веществом рентгеновских квантов с энергией  $10^3 - 10^5$  эВ каждый фотон первоначально создает одно ЭВ, которое преобразуется в  $10^2 - 10^3$  вторичных электронных возбуждений [12-13]. Размен энергии до значений порядка энергии связи в кристалле (около десятка эВ) происходит очень быстро, соответствующее время оценивается в  $10^{-14} - 10^{-13}$  с. Последующие процессы сводятся к релаксации возникших в цепочке размена энергии низкоэнергетических ЭВ. Они осуществляются за время, соизмеримое с характерным для твердых тел значением периода колебаний кристаллообразующих частиц (порядка  $10^{-13} - 10^{-12}$  с). В результате колебательной релаксации поочередно возникают различные метастабильные состояния, характеризующиеся разными временами жизни –  $10^{-11} - 10^{-10}$  с.

Поскольку стартовая для последних этапов энергия возбуждения (десятка эВ) приближается к энергии химических процессов, релаксация ЭВ может происходить с включением химических преобразований кристаллообразующих частиц. В ШГК, для которых самыми низкоэнергетическими возбуждениями являются ЭВ анионов ( $X^-$ ), это приводит к связыванию ионизованного аниона ( $X^0$ ) с соседним регулярным анионом ( $X^-$ ) с образованием ( $X_2^-$ ), которое становится основной структурной единицей релаксирующих ЭВ, т.е. экситонов или электронно-дырочных пар. В ШГК электронное возбуждение можно представить как связанное состояние электрона и дырки. Наиболее низкоэнергетическому процессу ионизации соответствует переход электрона из валентной зоны в зону проводимости, для осуществления которого требуется затратить энергию равную ширине запрещенной зоны ( $E_g$ ) в ШГК (таблица 2). Эта величина находится в зависимости от симметрии точки решетки, в

которой осуществляется электронный переход. После всех релаксационных процессов самым низкоэнергетическим ЭВ является одногалоидный анионный экситон, который характеризуется узкой полосой в спектре фундаментального поглощения ЩГК (рисунок 2). Из таблицы 2, следует, что обнаруженная для кристаллов KF, KCl, KBr и KI закономерность сдвига максимума спектра фундаментального поглощения в низкоэнергетическую сторону в зависимости с ростом радиуса галогенов распространяется для других ЩГК. Таким образом, дальнейшая аннигиляция электронных возбуждений в ЩГК происходит из экситонного состояния, либо излучательно, либо безызлучательно с созданием первичных радиационных дефектов. Существующие примеси или созданные радиационные дефекты в ЩГК проявляются над спектром фундаментального поглощения, и поэтому, их называют дополнительным или активаторным спектром поглощения. В качестве примера приведем спектр поглощения кристалла KCl имеющие различные примеси. Из рисунка 3 следует, что по мере того как кристалл очищается от примеси поочередно будет исчезать максимумы спектры дополнительного поглощения, и в результате, спектр поглощения сдвигается в сторону высоких энергии. При полной очистке кристалла от примеси, т.е. в конечном этапе спектр поглощения будет соответствовать фундаментальному поглощению (кривая 1 рисунка 3).

После очистки кристалла от кислородосодержащих примеси в спектре поглощения исчезают полосы, ответственные  $\text{OH}^-$  примесям (кривая 2 рисунка 3). После очистки кристалла от гомологов анионов ( $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ) в спектре поглощения исчезают полосы, ответственные этим примесям (кривая 3 рисунка 3). Вышесказанные дефекты Френкеля могут создаваться в кристалле путем облучения ионизирующими излучениями. На рисунке 3 в качестве примера приведены спектры поглощения первичных радиационных дефектов  $\alpha$ - и  $F$ - центров [14-15].



1 – низкоэнергетический край спектра фундаментального поглощения кристалла KCl, 2 – спектры поглощения радиационных дефектов:  $\alpha$  – центров, т.е. анионной вакансии  $(\text{v}_a^+)$  и  $F$ – центров, 3 и 4 – спектры поглощения ионов иода ( $\text{I}^-$ ) и кислородосодержащих примеси ( $\text{OH}^-$ ), соответственно

**Рис. 3.** Спектры фундаментального (1) и дополнительного поглощения (2-4) кристалла KCl

**Заключение.** Главный вывод заключается в том, что при взаимодействии ионизирующего излучения с щелочногалоидными материалами созданные электронные возбуждения через многократные релаксационные процессы превращается одногалоидные анионные экситоны или электронно-дырочные пары, дальнейшая их релаксация заканчивается люминесценцией или созданием первичных радиационных дефектов.

Анализ показывает, что в щелочногалоидных материалах люминесценция и формирование радиационных дефектов происходит в процессе распада автолокализованного экситона.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Лущик Ч.Б., Лущик А.Ч. Распад электронных возбуждений с образованием дефектов в твердых телах. – М.: Наука, 1989. – 264 с.
- [2] Лисицын В.М. Образование и релаксация первичной дефектности в ионных кристаллах // Изв. Томского политехн. университета. Радиационная физика твердого тела и радиационные технологии. – 2000. – №303, вып. 2. – С. 7–25.

- [3] Song K.S., Chen L.F. Modelling of the self-trapped exciton luminescence in alkali halides // J. Phys. Soc. Japan. – 1989.–Vol. 58 (8). – P. 3022 – 3027.
- [4] Аймаганбетова З. К., Максимова С. Я., Шункеев К. Ш., Grinberg M. Галогенные радиационные дефекты в кристаллах KCl при наноразмерных возмущениях // Вестник ВКГУ им. Д.Серикбаева. – 2016. – С. 99 – 105.
- [5] Shunkeyev K., Barmina A., Myasnikova L., Zhantrina N., Sergeyev D., Sagimbaeva S., Aimaganbetova Z. Thermostimulated luminescence of radiation defects in alkali halide crystals at low temperature uniaxial stress //7<sup>th</sup> Intern. Symp. on Optical Materials. – Lyon, France. – 2016. – P. 185.
- [6] Lushchik Ch., Lushchik A. Evolution of Anion and Cation Excitons in Alkali Halide Crystals // Physics of the Solid State. – 2018. – Vol. 60. – No. 8. – P. 1487–1505.
- [7] Lushchik A., Lushchik Ch., Vasil'chenko E., Popov A.I. Radiation creation of cation defects in alkali halide crystals: Review and today's concept // Low Temperature Physics. – 2018. – Vol. 44. – No. 4. – P. 357-367.
- [8] Shunkeyev K., Zhantrina N., Aimaganbetova Z., Myasnikova L., Barmina A., Sagimbaeva Sh., Sergeyev D. Features of the action of an uniaxial deformation on the radiative annihilation of excitons in KBr crystal // Journal of Physics: Conf. Series. – 2018. – Vol. 1115. – 052010.
- [9] Bryukvina L., Ivanov N., Nebogin S. Relationships between lithium and sodium nanoparticles and color centers formation in LiF and NaF crystals with hydroxide and magnesium ions impurities // Journal of Physics and Chemistry of Solids. – 2018. – doi: 10.1016/j.jpcs.2018.04.001.
- [10] Popov A.I., Lushchik A., Kotomin E. Low-temperature radiation effects in wide gap materials //Fizika Nizkikh Temperatur. – 2016. – Vol. 42. – P. 687–688.
- [11] Алукер Э.Д., Лусис Д.Ю., Чернов С.А. Электронные возбуждения и радиолюминесценция щелочногалоидных кристаллов. – Рига: Зинатне, 1979. – 251 с.
- [12] Kuzovkov, V.N., Popov, A.I., Kotomin, E.A., Vasil'chenko, E., Lushchik, A. Theoretical analysis of the kinetics of low-temperature defect recombination in alkali halide crystals // Fizika Nizkikh Temperatur. – 2016. – Vol. 42. – P. 588-593.
- [13] Shunkeyev K., Sergeyev D., Drozdowski W., Brylev K., Myasnikova L., Barmina A., Zhantrina N., Sagimbaeva Sh., Aimaganbetova The deformation stimulated luminescence in KCl, KBr and KI crystals // Journal of Physics: Conference Series. –2017. – Vol.830, No 1. – P.012139.
- [14] Heller J., Ončák M., Bersenkowitsch N.K., van der Linde C., Beyer M.K. Infrared multiple photon dissociation of cesiumiodide clusters doped with mono-, di- and triglycine // Eur J Mass Spectrom (Chichester). – 2018. – Oct 4:1469066718803307.
- [15] Kantorski I., Jurkowski J., Drozdowski W. Observed light yield of scintillation pixels: Extending the two-ray model // Opt.Mat. – 2016. – Vol. 59. – P.91-95.

Аймаганбетова З.К., Шункеев Ш.К.

**Сілтілі галоидты кристалдардағы меншікті және қоспалы ақаулар**

**Түйіндеме.** Бұл макалада осы уақытқа дейін қарастырылмаған, СГК галогендерінің өлшемдерін жүйелі түрде ескеріп, СГК өздік люминесценциясын зерттеу қарастырылады. Соңықтан, біз бірдей өлшемді катионды және әртүрлі өлшемді анионды кристаллдарды таңдал алдық, мысалы KCl, KBr, KI. Аниондық Френкель, катиондық Френкель ақаулары және Шоттки ақауларының пайда болу табигаты сипатталған. Шоттки ақауларының (Е<sub>Ш</sub>), сонымен қатар сілтігaloидты кристаллдардағы анионды (Е<sub>ФА</sub>) және катионды (Е<sub>ФК</sub>) Френкель жұптарының пайда болу энергиясы теориялық есептелгені келтірілген. Әртүрлі ақаулардың пайда болу моделі, сонымен қатар LiF төсөнішіндегі KF, KCl, KBr және KI жұқа пленкалардың фундаментальды жұтылу спектрлері көрсетілген.

**Түйін сөздер.** сілтілігалоидты кристалдар, қоспа ақаулар, нұктелік ақаулар, люминесценция, жұтылу спектрі.

УДК 66.094.17:547.281

**N.Kh. Khaldarov, S.Zh. Egemberdiyeva, A.G. Rakhimkulov, M.N. Rakhimov, A.E. Kilibaeva**

**HYDROGEN HYDROGENATION OF UNSATURATED BONDS IN A MOLECULE**

**Abstract.** A model of hydrogenation of the carbonyl group of normal oil aldehyde into butyl alcohol through the formation of two activated complexes AK-I and AK-II is proposed. Thermal activation of the structure of the reagents and the catalyst leads to deformation of physical bonds, zones of maximum tension in the activated complexes approach, a pressure of millions of atmospheres is created, the reaction rate increases.

**Key words:** catalyst, activation energy, activated complex, binding energy, adsorption, hydrogen, crystal structure.

Н.Х. Халдаров., С.Ж. Егембердиева., А.Г. Рахимкулов., М.Н. Рахимов., А.Е. Килибаева

(ЖШК «Наука», Салават, Ресей)

Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Уфа, Ресей

Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы)

## МОЛЕКУЛАДАҒЫ ҚАНЫҚПАҒАН БАЙЛАНЫСТАРДЫ СУТЕГІМЕН ГИДРЛЕУ

**Түйіндеме.** Активтендірілген аралық кешендер АК-І және АК-ІІ түзілу арқылы жүретін құрамында карбонил тобы бар май альдегидін бутил спиртіне гидрлеу моделдері ұсынылады. Әрекеттесетін реагенттердің және катализатордың құрылымдық жылу активациясы, ондағы химиялық байланыстардың деформациялануына алып келеді, активтендірілген кешендердегі жоғары кернеуге ие аймак аралықтары жақындейды, нәтижесінде қысым миллиондаған атмосфераны құрайды, реакция жылдамдығы артады.

**Түйін сөздер:** катализатор, активтендіру энергиясы, активтендірілген кешен, байланыс энергиясы, адсорбция, сутегі, кристалдық құрылым.

Гетерогенді катализдің үлкен практикалық маңыздылығына байланысты катализаторларды таңдаудың ғылыми негіздерін әзірлеу қазіргі химияның негізгі мәселелерінің бірі болып табылады.

Катализдің бірыңғай теориясының болмауына байланысты, барлық катализикалық құбылыстарды жан-жақты толық түсіндіре алмауы, оның ғылыми негіздерін әзірлеу қындығында. Теория атомдардың, молекулалардың құрылсысын, катализатордың құрамы мен табигатын, оның агрегаттық және фазалық күйін [1], кристалдық торының [2] геометриясын ескеруі тиіс.

Бұдан басқа, оларға температуралың, қысымның, металл атомдары буының серпімділігінің және технологиялық процестердің басқа да параметрлерінің әсерін ескеру қажет [3]. Мұндан теорияның болмауы неғұрлым тиімді катализаторларды іріктеуді және химиялық өндірістердің технологиялық схемаларын жетілдіруді тежейді.

Гетерогендік катализатор деп, оның бетінде бастапқы реагенттердің және реакция өнімдерінің физикалық және химиялық сорбциясы жүреді, нәтижесінде сорбция жылуы болынады. Катализатор осы аталған реакция сатыларының бірінде активтендірілген аралық кешендердің (АК) түзілуіне қатысады және аралық өзара әрекеттесудің әрбір циклінен кейін қалпына келтіріледі. Бұл ретте катализатордың әсері белгілі бір химиялық реакцияның өтуіне ықпал етуі (талғамдылығының ұлғаюы) немесе кедергі келтіруі мүмкін.

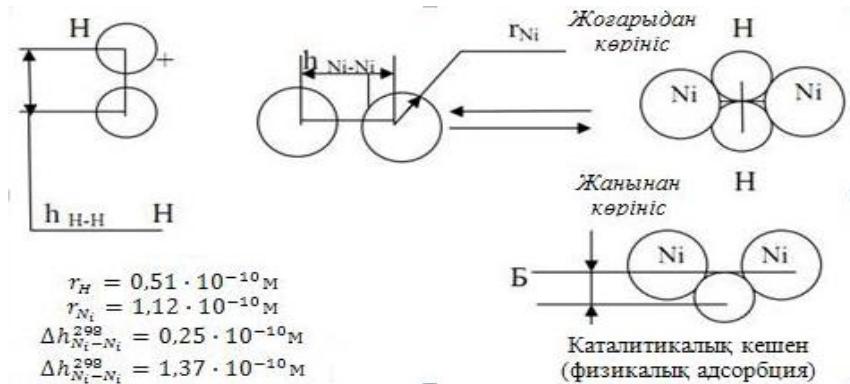
Математикалық сипаттамада катализатордың реакция жылдамдығына және жылу функцияларына - яғни реакция жылуына және активтілік энергиясына ( $E^\ddagger$ ) әсерін ескеру маңызды. Катализатордың көрсетілген жылу функцияларына әсері әртүрлі. Реакция жылуы көрсеткіштеріне катализатор ешқандай әсер етпейді. Әдетте ол, алдын-ала экспонент ( $K_0$ ) мәнін арттырады және адсорбция жылуы есебінен активтілік энергиясының ( $E^\ddagger$ ) талап етілетін мәнін азайтады. Процесс параметрлерінің әсерінен реагенттердің, өнімдердің және катализатордың геометриялық және энергетикалық сипаттамалары өзгереді. Катализикалық жүйенің барлық өзгерістерін математикалық негізде сипаттап, оны процестің кинетикалық параметрлеріне енгізу қажет. Бұл тәсіл химиялық және катализикалық процестерге байланысты ғылыми жаңашылдық болып табылады. Реагенттер мен катализаторлардың геометриялық және энергетикалық көрсеткіштеріне процесс параметрлерінің әсері сутегі қатысуымен жүретін реакцияларға тікелей байланысты.

Гидрогенизациялық катализикалық процестер химиялық өнімдердің әртүрлі кластарын алушын тиімді әдістері болып табылады, сондықтан сутегінің әрекеттесу механизмін, шикізат молекулаларының функционалдық топтарын және катализаторлардың атомдық құрылымын зерттеуге, осы процестердің кинетикасына деген қызығушылықты үнемі арттыруда [4].

Көп жағдайларда гидрогенизация катализаторларын ұзақ және көп уақытты қажет ететін эксперименталды іздестіру жолымен іріктеайді, өйткені қазіргі уақытта гидрлеу және дегидрлеу реакцияларға қатысты қатты заттардың катализикалық активтілігін алдын ала болжауға мүмкіндік беретін бірыңғай катализикалық теориясы жоқ.

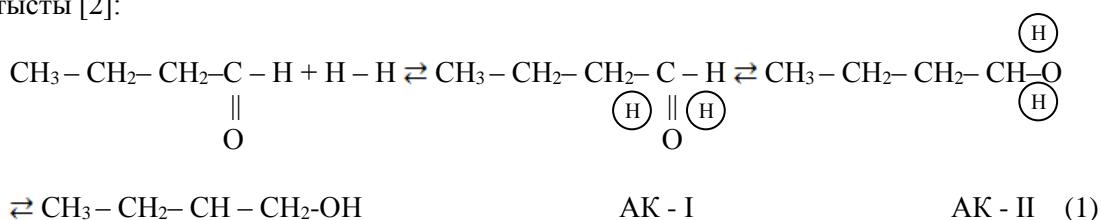
Катализикалық әсер ету механизміне әртүрлі көзқарастар арасында химиялық өзара әрекеттесуді (жылу эффектісі жоғары реагенттердің физикалық және химиялық адсорбциясы), бастапқы молекулалар мен катализатордың құрылымдық жылу деформациясын ескеру маңызды [5]. Сутегі қысымының әсерінен катализатор бетінде және оның көлемінде сутегінің активтендірілген

түрі жинақталады [4], кейін металл тығыздығы  $\rho^{P_{H_2}}$  және жылулық активтендіру кезінде металл тығыздығы  $\rho^T$  азаяды [6]. Жалпы, температура  $T$  және сутегі қысымы  $P_{H_2}$  жоғарылауы қатты катализатордың тығыздығының нақты шамага жиынтық төмендеуіне әкеледі, және осының нәтижесінде  $\Delta h^T$  и  $\Delta h^{P_{H_2}}$  ядроаралық қашықтығы ұлғаяды.



**1-сурет.** Каталитикалық кешенниң пайда болу схемасы, екі никель атомы сутегі молекуласын активтендірудің бірінші сатысы

Толығымен май альдегидін бутил спиртіне гидрлеу реакциясы, никель катализаторы қатынасында, 300-600К температура және  $P_{H_2} = 0,1\text{-}5,0 \text{ МПа}$  сутегі қысым аралығында жүреді (схема 1) қатысты [2]:



мұндағы AK - I, AK - II - активтендірілген кешендер.

Схема 1 - Май альдегидін бутил спиртіне гидрлеу

Катализатордың қызметі Н-Н химиялық байланысты активтендіруден тұрады, себебі карбонильдік топты гидрлеудің шектеуші сатысы реакцияның кинетикалық аймағында сутегі байланысының беріктігін азайту болып табылады ( $E_{cv}=435 \text{ кДж}\cdot\text{мол}^{-1}$ ), Н-Н және Ni-Ni молекулалары (Б) жоғары кернеулік аймақта жақындасады (сурет 1). Есептеу үшін бастапқы мәліметтер кесте 1 көрсетілген.

**1-кесте. Никель гидридінің аралық каталитикалық кешенін есептеу үшін бастапқы мәліметтер**

Процесс параметрлері, заттардың қасиеттері	Химиялық байланыс түрлері		
	Ni – Ni	H – H	Май альдегиді
Температура, K			
бастапқы	416		
соңғы	453		
температуралық қадам	5		
Сутек қысымы $P_{H_2} \text{ МПа}$	5		
бастапқы	0,1		
соңғы	5,0		
қысымдық қадам	0,5		
Атомдық масса, A	59	1	12
Валенттілік, z (шарт.бірлік)	8	1	4
Ядроаралық қашықтық $h^{298}, 10^{-10}$	2,49	0,741	1,23
Атомның орбитальды радиусы $r, 10^{-10}$	1,12	0,53	
Стандартты жылу сыйымдылық $C_P^{298}$ (Дж·мол <sup>-1</sup> К <sup>-1</sup> )	25,97 (Тв)	28,8 (г)	103,835

Жылу сыйымдылығы тендеуінің коэффициенттері:			
а (Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-1</sup> )	0,304	3,30	-18,4
в (Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-2</sup> )	4,57·10 <sup>-4</sup>	0,34·10 <sup>-3</sup>	447,3
с (Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-3</sup> )			-296,2

$E^\ddagger$ -нің температуралық тәуелділігі және оның потенциалдық энергия кедергісінің биіктігімен байланыстылығы, аррениустық координаттардағы графиттердің көпшілігінде эксперименталдық қателік шегінде тіпті температуралың қеңейтілген интервалында да сызықты екенін көрсетілген. Бұған деңгейде активациялау энергиясын ( $E^\ddagger$ ) температурамен өзгермейді деп болжаған. Егер бұл солай болса, онда  $E^\ddagger$ , оның 0К мәнімен тенденстірге болады және ол жылу энергиясын есепке алмай потенциалдық энергия кедергісінің биіктігінің өлшемі болып табылады.

Соқтығысу теориясы, өтпелі қүй теориясы және АК пайда болуы сияқты,  $E^\ddagger$  температурага байланысты АК санына пропорционалды өзгеретінін болжайды [2].

АК-нің пайда болу теориясы бойынша  $E^\ddagger = H^\ddagger$  мәні, ол изохоралық процесс ретінде жылусыйымдылық заңы бойынша температурамен өзгереді:

$$\frac{dE^\ddagger}{dT} = \frac{d(\Delta H^\ddagger)}{dT} = \Delta C_P^\ddagger + R \quad (2)$$

мұнда  $\Delta C^\ddagger$  - әрекеттесуші заттардың жылусыйымдылығының және ауыспалы күйдің айырмашылығы;  $\Delta H^\ddagger$  - АК түзілу энтальпиясы.

(1) тендеуге байланысты:

1. Температурага байланысты  $E^\ddagger$  өзгеруі жылусыйымдылығы заңы бойынша жүреді.

2. Дюлонг және Ми заңына сәйкес молекулалардағы, кристалдардағы химиялық байланыстарының деформациясы  $\Delta h^T$  жылусыйымдылығы заңы бойынша температура  $T$  және жылу энергиясы  $RT$  жоғарылауы немесе төмендеуі нәтижесінде болады:

$$\frac{dC_P^\ddagger}{dh^T} = const \quad (3)$$

Сондықтан процесс параметрлерінің өзгеруі ғана емес, атомдардың, молекулалардың, катализатор кристалдарының құрылымы да өзгеруі жүреді.

3. Процесс температурасы неғұрлым көп болса, реагенттердің өнімдердің молекулаларында және катализаторлардың құрылымында активтендірілген кешендер саны соғұрлым көп. [1]

4. Жылусыйымдылығы қысымның критикалық параметрлерге дейін артуымен өседі, сондықтан температуралың, қысымның жоғарылауы АК санының артуына, активтендіру энергиясының төмендеуіне әкеледі және нәтижесі ретінде – процестердің жылдамдық константалары жоғарылайды ( $K^T$  және  $K^P$ ), қеңістікте молекулалардың тепе-тең таралуы сақталады және реакцияның кинетикасымен шектеледі.

#### ӨДЕБИЕТТЕР

- [1] Рахимкулов А.Г. Совершенствование процесса производство ацетопропилового спирта. Дисс. на ученую степень канд. тех. наук. Уфа, 1978.
- [2] Рахимкулов А.Г. Активированный комплекс и катализ. Салават, 2004.
- [3] Рахимкулов А.Г., Ахметов И.З. Ж.П.Х. т. 66, №6, 1993. - С. 1303.
- [4] Рахимкулов А.Г., Рысаев У.Ш., Рахматуллина Ф.Т. Ж.П.Х. т. 63, №6, 1990. - С. 1348.
- [5] Колесников И.М., Рахимкулов А.Г., Поторамин В.А. Ж.П.Х., т 11, 1983. - С. 2022.
- [6] Рахимкулов А.Г., Колесников И.М., Ж.Ф.Х., т. 63, 1989. - С. 1989
- [7] Машнина А.В. Гетерогенный катализ в химии органических соединений серы. Наука, 1977. - С. 220-248.

Халдаров Н.Х., Егембердиева С.Ж., Рахимкулов А.Г., Рахимов М.Н., Килибаева А.Е.

#### Водородное гидрирование ненасыщенных связей в молекуле

**Резюме** Предложена модель гидрирования карбонильной группы нормального масляного альдегида в бутиловый спирт через образования двух активированных комплексов АК-І и АК-ІІ. Тепловая активация

структуре реагентов и катализатора приводит к деформации химических связей, сближаются зоны максимальной напряженности в активированных комплексах, создается давление в миллионы атмосфер, возрастает скорость реакции.

**Ключевые слова:** катализатор, энергия активации, активированный комплекс, энергия связи, адсорбция, водород, кристаллическая структура.

УДК 66.094.17:547.281

**N.Kh. Khaldarov, S.Zh. Egemberdiyev, A.G. Rakhimkulov, A.E. Kilibaeva**

## ATOMS OF THE CATALYST AND HYDROGEN THERMAL ACTIVATION OF CHEMICAL COMPOUNDS OF MOLECULES

**Abstract.** Thermal activation of Nickel structure in solid aggregate state is considered. Temperature range of the hydrogenation process of unsaturated and carbonyl groups of molecules, internal thermal energy, heat capacity. An increase in the kinetic energy of vibrational motion and an increase in the internal thermal energy leads to an increase in the free distance between atoms, the number of activated complexes increases.

**Key words:** catalyst, activation energy, activated complex, binding energy, adsorption, hydrogen, crystal structure.

**<sup>1</sup>Н.Х. Халдаров, <sup>1</sup>С.Ж. Егембердиева, <sup>2</sup>А.Г. Рахимкулов, <sup>1</sup>А.Е. Килибаева**

(ЖШҚ «Наука», Салават, Ресей

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,  
Шымкент қ., Қазақстан Республикасы)

## КАТАЛИЗАТОР АТОМДАРЫ МЕН СУТЕГІ МОЛЕКУЛАЛАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТАРЫНЫҢ ЖЫЛУ АКТИВАЦИЯСЫ

**Түйіндеме.** Қатты агрегаттық күйдегі никель құрылымының жылу активациясы қарастырылды. Молекулалардың қанықпаған және карбонильді топтарын гидрлеу процесінің температуралық аймағы, ішкі жылу энергиясы, жылусыймдылығы анықталды. Тербеліс қозғалысының кинетикалық энергиясының және ішкі жылу энергиясының артуы атомдар арасындағы қашықтықтың артуына алып келеді, белсендірілген кешендердің саны артады.

**Түйін сөздер:** катализатор, активтендіру энергиясы, активтендірілген кешен, байланыс энергиясы, адсорбция, сутегі, кристалдық құрылым.

Катализдің бірыңғай теориясының болмауына байланысты, барлық каталитикалық құбылыстарды жан-жақты толық түсіндіре алмауы, оның ғылыми негіздерін әзірлеу қындығында. Теория атомдардың, молекулалар-дың құрылышын, катализатордың құрамы мен табигатын, оның агрегаттық және фазалық күйін [1], кристалдық торының [2] геометриясын ескеруі тиіс. Қатты агрегаттық күйдегі никель құрылымының жылу активациясын қарастырайық.

Төменде 1 суретте жылусыймдылығы мен ішкі жылу энергиясының  $Q = 3,0 \text{ C}_V \cdot T$  (итеру энергиясы, жылу деформация энергиялары) жүйенің тұрақты көлемінде температурага тәуелділігі көлтірілген.

Молекулалардың қанықпаған және карбонильді топтарын гидрлеу процесінің температурасы 300-600К құрайды, ішкі жылу энергиясы 7,4-14,8 кДж/моль және жылусыймдылығы 25-30 Дж/К·моль аралығында болады. Қорсетілген аймақта жылусыймдылығы мен температура сы көрсетілген аймақта белгілі бір ауытқу көтөлікпен гидрлеу процесінің катализаторлары үшін сзызықтық корреляциялық тәуелділікке ие болады.

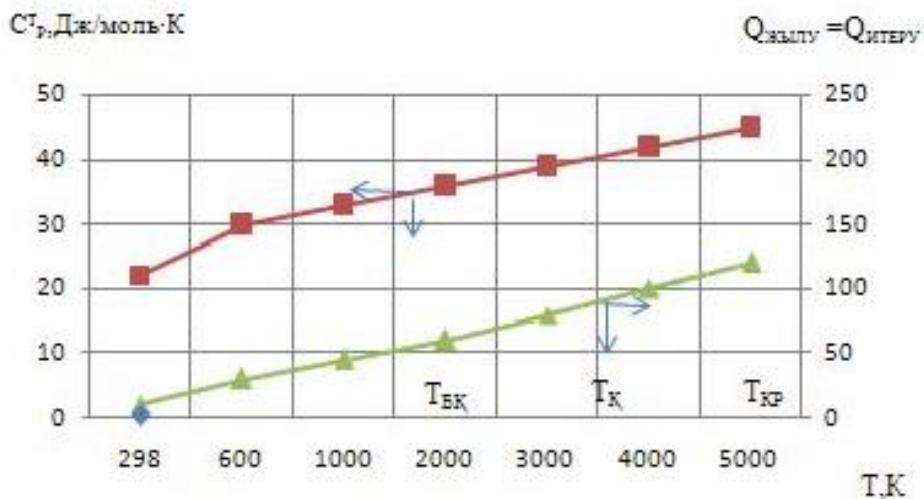
Никель үшін температура 298 - 624К (Дж/моль·К) аралықты көрсетеді.

$$\frac{C}{P} = 25,96 + 0,45 \cdot 10^{-2} \cdot T$$

$$\frac{\Delta h^{298}}{C_P^{298}} = \frac{0,25 \cdot 10^{-10}}{25,96} = 0,01 \cdot 10^{-10}$$

м·моль·К/Дж

содан кейін, катализатор құрылымының деформациясын температурамен (жылу активациясы) байланыстыруша тендеу келесі түрді қабылдайды



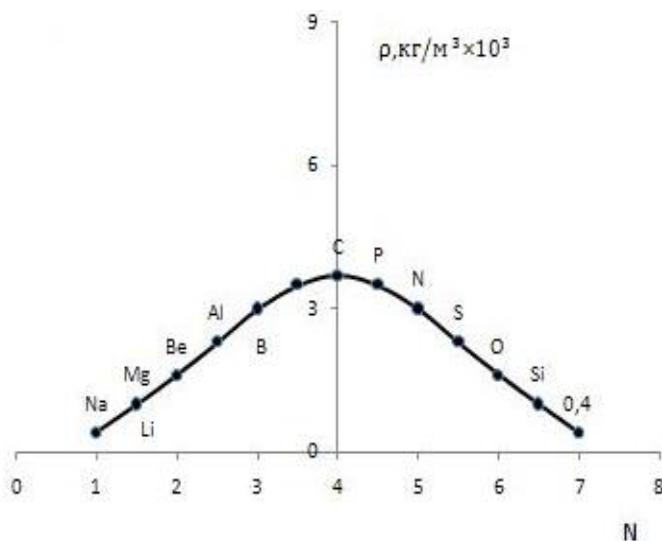
**1-сурет.** Жылусыйымдылығы ( $C^{T_p}$ ) және ішкі энергиялардың (жылу деформация ( $Q_{жыл}$ ) энергиялары, атомдарының итергіш( $Q_{итеру}$ ) энергиялары) термодинамикалық температурастына (Т) тәуелділігі, мұнда тиісінше  $T_{БК}$ ,  $T_K$ ,  $T_{KP}$  -балку, қайнау және критикалық температураларды

297К кезінде периодтық жүйенің элементтері белсендірілген күйде болады және тербелмелі қозғалыстың (RT) кинетикалық энергиясына  $2,50 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$  тең болады.

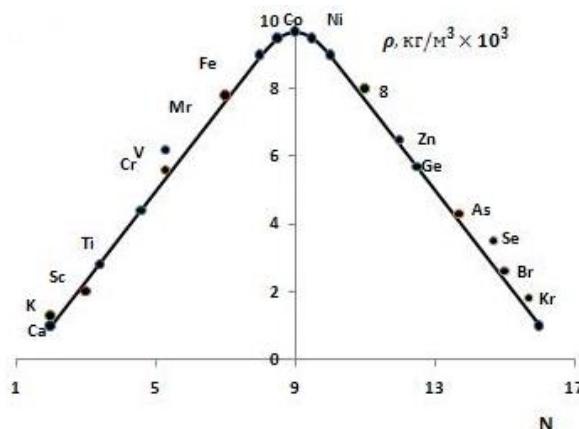
Әрбір периодта  $P^{298}$  тығыздық период ортасында максимум арқылы өтеді.

$$\Delta h^T_{Ni} = 0,24 \cdot 10^{-10} \cdot C_P = 0,24 \cdot 10^{-10} (25,526 + 10,9 \cdot 10^{-5} T) \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

Валенттілік 1-ден 4-ке дейін кіші периодтарда, ал үлкен периодтарда 1-ден 9(10)-га дейін өседі(сурет 2,3), N-период элементтерінің номірлері.



**2-сурет.** 2-ші және 3-ші периодтары элементтері тығыздығының өзгерістері



3-сурет. 4-ші периодтің элементтерінің тығыздығының өзгерістері

Атомдардағы қосарланған электрондардың ұлғауы атомдардың байланыс беріктігінің әлсіреуіне және тығыздықтың төмендеуіне экеледі. Гидрлеу катализаторларының тығыздығы 5000 кг/м³ жоғары және периодтің ортасынадагы элементтер максималды валенттілікке (Z) ие екенін байқауға болады.

Металл атомдарының ядроларының арақашықтығы 298К температура мен атмосфералық қысымда келесі формуламен анықталады [3-4]:

$$h^{298} = r_a + \Delta h^{298} = \sqrt[3]{\frac{A \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{\rho^{298}}}$$

мұнда  $r_a$ - атом радиусы,  $10^{-10}$  м;  $\Delta h^{298}$  - екі атомның электрондық қабаттарының арасындағы қашықтық,  $10^{-10}$  м;  $\rho^{298}$ -стандартты жағдайларда катализатордың тығыздығы,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ; A-атом массасы, г-атом.

Никельдің, сутектің және май альдегидінің карбонильдік тобының жылу сыйымдылығының температураға тәуелділігі келесі төмендегі тендеулерімен сипатталады:

$$\frac{C}{Ni} = 25,96 + 0,45 \cdot 10^{-2} T$$

$$\frac{C_{H_2}}{C} = 27,58 + 0,286 \cdot 10^{-2} T$$

$$\frac{C}{C=O} = 26,13 + 0,638 \cdot 10^{-2} T$$

Сонда стандартты жағдайларда көрсетілген химиялық байланыстардың жылу деформациясын байланыстыратын тендеулер:

$$\frac{\Delta h^{298}_{Ni}}{C_P^{298}} = \frac{0,25 \cdot 10^{-10}}{25,96} = 0,01 \cdot 10^{-10} \frac{\text{м}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot K^{-1}}{\text{Дж}}$$

$$\frac{\Delta h^{298}_{H_2}}{C_P^{298}} = \frac{0,36 \cdot 10^{-10}}{27,58} = 0,01 \cdot 10^{-10} \frac{\text{м}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot K^{-1}}{\text{Дж}}$$

$$\frac{\Delta h^{298}_{C=O}}{C_P^{298}} = \frac{0,237 \cdot 10^{-10}}{26,13} = 0,01 \cdot 10^{-10} \frac{\text{м}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot K^{-1}}{\text{Дж}}$$

Химиялық байланыстарының құрылымының жылулық деформациясын  $T$  температурасы кезінде келесі тендеулер бойынша есептеуге болады:

$$\frac{\Delta h^T}{Ni-Ni} = 0,01 \cdot 10^{-10} (25,96 + 0,450 \cdot 10^{-2} T)$$

$$\frac{\Delta h^T}{H-H} = 0,01 \cdot 10^{-10} (27,58 + 0,286 \cdot 10^{-2} T)$$

$$\frac{\Delta h^T}{C=O} = 0,01 \cdot 10^{-10} (26,13 + 0,638 \cdot 10^{-2} T)$$

Сондықтан, температуралы 298К-нен  $T$ -ге дейін көтеру кезінде, яғни тербеліс қозгалысының кинетикалық энергиясының ( $RT$ ) артуы және ішкі жылу энергиясының ( $\Delta Q$ ) артуы атомдар арасындағы бос қашықтықтың ( $\Delta h^m$ ) ұлғаюына әкеледі, белсендірлген бөлшектердің (кешендердің) саны өседі. Жылусыйымдылығы заңы бойынша реагенттер молекулаларының өзара әрекеттесуі және катализаторлармен (Б) реагенттердің әрекеттесуінің геометриялық қындықтарының төмендеуі [5-7] есебінен нәтижесінде белсендірлген химиялық және каталикалық реакциялар жүзеге асады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Рахимкулов А.Г. Совершенствование процесса производство ацетопропилового спирта. Дисс. на ученую степень канд. тех. наук. Уфа, 1978.
- [2] Рахимкулов А.Г. Активированный комплекс и катализ. Салават, 2004.
- [3] Рахимкулов А.Г., Ахметов И.З. Ж.П.Х. т. 66, №6, 1993. - С. 1303.
- [4] Рахимкулов А.Г., Рысаев У.Ш., Рахматуллина Ф.Т. Ж.П.Х. т. 63, №6, 1990. - С. 1348.
- [5] Колесников И.М., Рахимкулов А.Г., Поторамин В.А. Ж.П.Х., т 11, 1983. - С. 2022.
- [6] Рахимкулов А.Г., Колесников И.М., Ж.Ф.Х., т. 63, 1989. - С. 1989
- [7] Машнина А.В. Гетерогенный катализ в химии органических соединений серы. Наука, 1977. - С. 220-248.

Халдаров Н.Х., Егембердиева С.Ж., Рахимкулов А.Г., Килибаева А.Е.

#### Атомы катализатора и водородная термическая активация химических соединений молекул

**Резюме.** Рассмотрена тепловая активация структуры никеля в твердом агрегатном состоянии. Температурная область процесса гидрирования непредельных и карбонильных групп молекул, внутренняя тепловая энергия, теплоемкость. Увеличение кинетической энергии колебательного движения и повышение внутренней тепловой энергии приводит к увеличению свободного расстояния между атомами, возрастает количество активированных комплексов.

**Ключевые слова:** катализатор, энергия активации, активированный комплекс, энергия связи, адсорбция, водород, кристаллическая структура.

УДК 669.168

<sup>1</sup>G. Sirgetayeva, <sup>2</sup>A. Baysanov, <sup>1</sup>Zh. Zholdubayeva,

<sup>1</sup>L. Mazhitova, <sup>1</sup>Zh. Smagulova

(Karaganda state technical University,

Zh. Abishev Chemical and metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: gulzhan\_karakeev@mail.ru)

## METALLOGRAPHIC EXAMINATION OF PIG FERROALLOYS AND MANGANESE ALLOYS SMELTED FROM ORIGINALLY MANGANESE BRIOUETTES

**Abstract.** If earlier at Kazakhstan ferroalloy enterprises there was a question of development and development of technologies for smelting manganese alloys, now it is necessary to solve the problems of expanding the range of manganese ferroalloys produced, ensuring the current production of high-quality manganese raw materials and improving the technical and economic indicators of production of manganese ferroalloys.

The trend of deterioration in the quality of manganese ore sharply raises the question of providing ferroalloy plants in Kazakhstan with manganese raw materials in the future. The Republic of Kazakhstan has huge reserves of manganese-containing raw materials, but most of them are not suitable for producing standard grades of manganese ferroalloys, since the ores are mainly represented by ferromanganese varieties with a high iron content. In the total reserve of manganese-containing ores, the share of ferromanganese is 70%. The remaining 30% is represented by

oxidized and difficult-to-enrich primary manganese ores.

The way out of this situation, along with the activation of search and exploration of new deposits, is to conduct research on the development of effective technologies for processing iron-manganese ores.

**Key words:** manganese ferroalloys, alloys of the new generation, structure, spectrum, roasting magnetic concentrate

<sup>1</sup>Г.Е. Сиргетаева, <sup>2</sup>А.С. Байсанов, <sup>1</sup>Ж.Д. Жолдубаева,  
<sup>1</sup>Л.А. Мажитова, <sup>1</sup>Ж.Б. Смагулова

## МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕДЕЛЬНОГО ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА И МАРГАНЦЕВОЙ ЛИГАТУРЫ ВЫПЛАВЛЕННЫХ ИЗ ОБЖИГМАГНИТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ БРИКЕТОВ

**Аннотация.** Если раньше на казахстанских ферросплавных предприятиях стоял вопрос о разработке и освоении технологий выплавки марганцевых сплавов, то теперь необходимо решать задачи расширения номенклатуры выпускаемых марганцевых ферросплавов, обеспечения текущего производства высококачественного марганцевого сырья и улучшения технико-экономических показателей производства марганцевых ферросплавов.

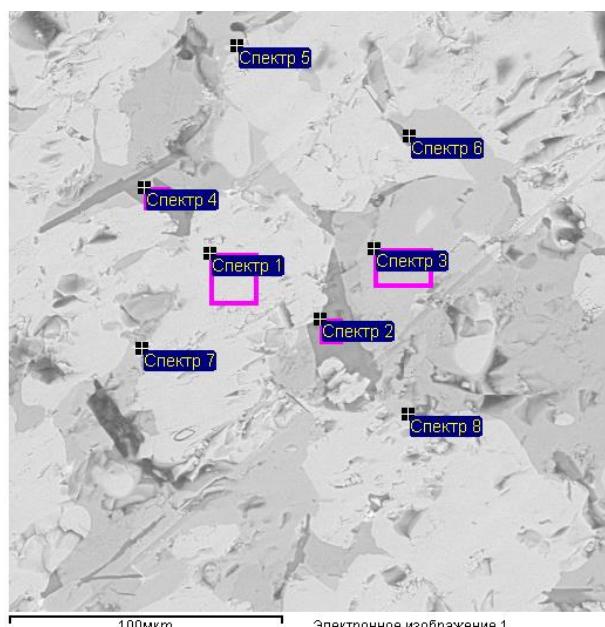
Тенденция ухудшения качества марганцевой руды остро ставит вопрос об обеспечении ферросплавных заводов Казахстана марганцевым сырьем в будущем. Республика Казахстан обладает огромными запасами марганецсодержащего сырья, но большая их часть не пригодна для производства стандартных марок марганцевых ферросплавов, так как руды представлены в основном сортами ферромарганца с высоким содержанием железа. В общем запасе марганецсодержащих руд доля ферромарганца составляет 70%. Остальные 30% представлены окисленными и труднообогащаемыми первичными марганцевыми рудами.

Выходом из сложившейся ситуации, наряду с активизацией поиска и разведки новых месторождений, является проведение исследований по разработке эффективных технологий переработки железомарганцевых руд.

**Ключевые слова:** марганцевые ферросплавы, сплавы нового поколения, структура, спектр, обжигмагнитный концентрат.

Были проведены испытания по выплавке марганцевых ферросплавов с использованием марганцевых брикетов полученных из обжигмагнитных марганцевых концентратов.

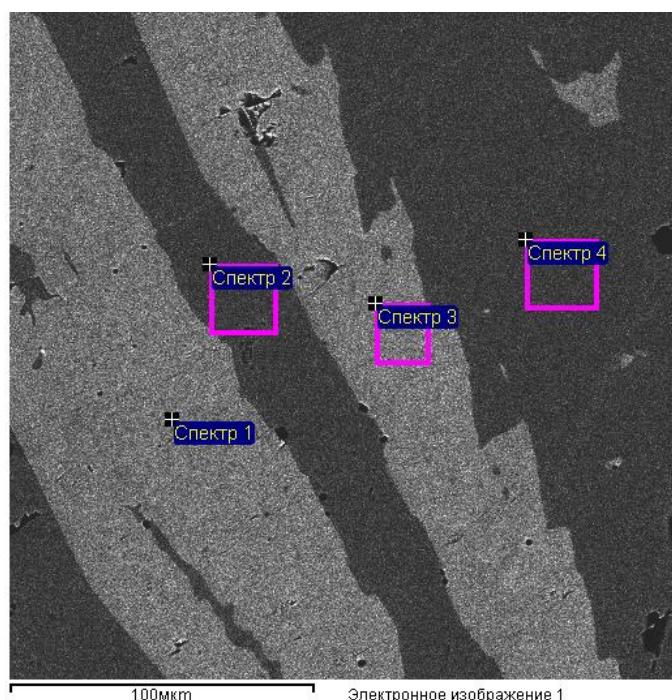
Полученный металл по своему химическому составу соответствует передельному ферросиликомарганцу марки СМн25.



**Рис. 1.** Микроструктура образца марганцевой лигатуры, полученная на растровом электронном микроскопе «TESCAN VEGA» при кратности увеличения  $\times 1000$

Полученные опытные образцы марганцевых ферросплавов, в частности марганцевой лигатуры, являются сплавами нового поколения, которые требуют более глубокого исследования физико-химических свойств. Поэтому в рамках данной работы провели исследования структуры выплавленных передельного ферросиликомарганца и марганцевой лигатуры с помощью растрового электронного микроскопа Tescan Vega II.

Растровый электронный микроскоп Tescan Vega II предназначен для исследования структуры поверхности материалов в диапазоне увеличений от 4 до 500000 раз, получения объемного изображения структуры шлифов и исследования изломов металлов и сплавов, определения размеров частиц, определения причин разрушения материалов, прогнозирования прочностных и эксплуатационных характеристик различных материалов. Разрешение 3.0 нм (при 30 кВ); увеличение от 12 до 1000000 раз, диаметр камеры образцов 230 мм. Результаты исследования приведены на рисунках 1-3.



**Рис. 2.** Микроструктура образца передельного ферросиликомарганца с повышенным содержанием алюминия, полученная на растровом электронном микроскопе «TESCAN VEGA» при кратности увеличения ×1000

Химические составы всех спектров на микроструктуре образца №1 марганцевой лигатуры (соответствующей марке ФС35А10М50 по ТУ СТ ТОО 120941015505-01-2016), выраженные в весовых и атомных процентах, представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Химический состав всех спектров, обнаруженных в образце марганцевой лигатуры, при кратности увеличения ×1000**

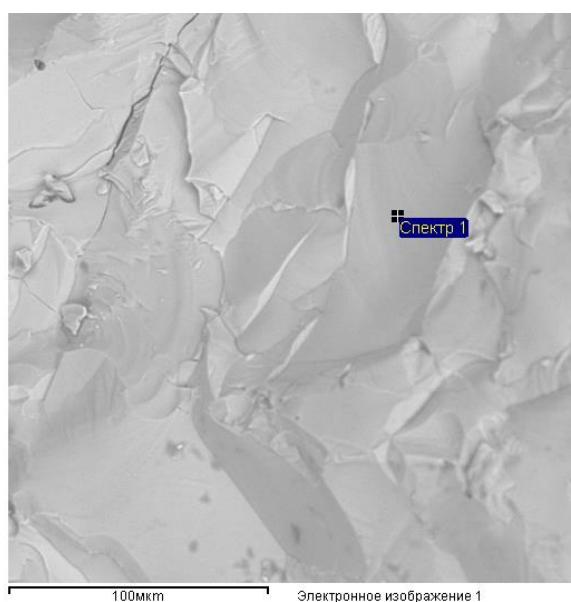
Спектры	Содержания элементов, %, вес					$\Sigma$
	Mn	Fe	Si	Al	Ca	
1	48,32	16,42	32,54	2,03	0,00	100
2	1,50	0,61	39,43	34,37	20,13	100
3	31,16	18,86	34,79	15,19	0,00	100
4	6,48	1,86	39,67	34,31	17,25	100
5	35,99	13,74	35,34	14,38	0,00	100
6	19,67	5,82	32,21	14,86	5,42	100
7	13,28	1,71	27,12	14,64	6,47	100
8	26,44	12,76	32,75	16,70	0,00	100

Спектры	Содержания элементов, %, атомных					
	Mn	Fe	Si	Al	Ca	
1	36,32	12,14	47,84	3,11	-	100
2	0,79	0,32	40,51	36,76	14,50	100
3	20,95	12,48	45,77	20,80	0,00	100
4	3,60	1,02	43,13	38,83	13,14	100
5	24,23	9,10	46,54	19,71	0,00	100
6	13,68	3,98	43,83	21,05	5,16	100
7	9,96	1,26	39,79	22,36	6,65	100
8	18,05	8,57	43,73	23,21	0,00	100

Химические составы всех спектров на микроструктуре образца №2 передельного ферросиликомарганца с повышенным содержанием алюминия (соответствующего марке ФС35А5М55 по ТУ СТ ТОО 120941015505-01-2016), выраженные в весовых и атомных процентах, представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Химический состав всех спектров, обнаруженных в образце передельного ферросиликомарганца с повышенным содержанием алюминия, при кратности увеличения ×1000**

Спектры	Содержания элементов, %, вес					$\Sigma$
	Mn	Fe	Si	Al	Ti	
1	59,05	14,58	25,10	0,00	1,26	100
2	46,36	19,11	32,34	2,19	0,00	100
3	60,03	13,85	24,60	0,00	1,51	100
4	46,13	19,19	33,87	0,81	0,00	100
Спектры	Содержания элементов, %, атомных					
	Mn	Fe	Si	Al	Ti	
1	47,65	11,58	39,61	0,00	1,17	100
2	34,89	14,15	47,60	3,36	0,00	100
3	48,60	11,03	38,96	0,00	1,41	100
4	34,71	14,20	49,85	1,24	0,00	100



**Рис. 3. Микроструктура образца передельного ферросиликомарганца, полученная на растровом электронном микроскопе «TESCAN VEGA», при кратности увеличения ×1000**

## ● ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Микроструктура марганцевой лигатуры и передельного ферросиликомарганца с повышенным содержанием алюминия представлена крупными образованиями в виде полос и пластин, которыми являются кристаллы силицидов марганца и железа  $(Fe,Mn)Si$ ,  $(Fe,Mn)_3Si_2$ , тройных эвтектик  $((Fe,Mn)Si + (Fe,Mn)Si_2) + Al$  и  $CaSi + Al$ .

Химические составы всех спектров на микроструктуре образца №3 передельного ферросиликомарганца (по своему химическому составу соответствующего марке СМн25 по ГОСТ 4756-91 (ISO 5447-80)), выраженные в весовых и атомных процентах, представлены в таблице 3.

**Таблица 3 - Химический состав спектра, обнаруженных в образце передельного ферросиликомарганца, при кратности увеличения  $\times 1000$**

Спектры	Содержания элементов, %, вес					$\Sigma$
	Fe	Mn	Ti	Si	Al	
1	10,80	57,08	1,42	27,52	0,37	100
	Содержания элементов, %, атомных					
	7,95	42,73	1,22	40,30	0,57	100

Микроструктура передельного ферросиликомарганца однородная, представлена сложными силицидами марганца и железа  $(Fe, Mn)Si$  с небольшим содержанием алюминия и титана.

С использованием электронной микроскопии на всех трех металлографических шлифах были рассмотрены 13 участков. Микрофотографии исследуемых образцов марганцевых ферросплавов, полученные при разных увеличениях приведены в приложении А.

Спектральным анализом на растровом электронном микроскопе Tescan Vega II с системой рентгеноспектрального микроанализа Oxford Inca установлено, что полученные из обжигмагнитных марганцевых концентратов передельный ферросиликомарганец и марганцевая лигатура состоят из сложных силицидов марганца и железа  $(Fe,Mn)Si$ ,  $(Fe,Mn)_3Si_2$ , тройных эвтектик  $((Fe,Mn)Si + (Fe,Mn)Si_2) + Al$  и  $CaSi + Al$ .

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] B.Shayahmetov, A.Issagulov, A.Baisanov, G.Karakeyeva, D.Issagulova. Studing phase structure of burned ferrous manganese ores by method of nuclear gamma-resonans spectroscopy //Metalurgija. – 2014. – Vol.53, №2. – P.231-234.
- [2] Вегман Е.Ф. Окискование руд и концентратов. – М.: Металлургия, 1976. - 224 с.
- [3] Гасик М.И. Марганец. – М.: Металлургия, 1992. - 608 с.
- [4] Гасик М.И. Электротермия марганца. – Киев: Техника, 1979.- 168 с.
- [5] Разработка технологии переработки железомарганцевых руд: отчет о НИР /ХМИ им. Ж. Абишева. – Караганда, 2012. – 60 с. – И nv. №0212PK01993
- [6] Разработка технологии переработки железомарганцевых руд: отчет /ХМИ им. Ж. Абишева. – Караганда, 2014. – 25 с. – И nv. №0212PK01993
- [7] Ye. Samuratov, A. Baisanov, M. Tolymbekov. Complex processing of iron-manganese ore central Kazakhstan // Ferroalloys Congress «Sustainable Future». – Helsinki,- 2010. - P. 517-520.
- [8] Байсанов А.С., Исагулов А.З., Лорен К., Сиргетаева Г.Е., Аринова С.К. Исследование возможности обжигмагнитного обогащения железомарганцевой руды месторождения Восточный Камыс методом окислительного обжига //Труды университета. - 2016. - № 1. – С. 24-27.

Сиргетаева Г.Е., Байсанов А.С., Жолдубаева Ж.Д., Мажитова Л.А., Смагулова Ж.Б.

**Құйдірлген магнитті марганец брикеттерінен балқытылған алдыңғы ферросиликомарганец пен марганец лигатурасын металлографиялық зерттеу**

**Түйіндеме.** Егер бұрын қазақстандық ферроқорытпа кәсіпорындарында марганец қорытпаларын балқыту технологияларын әзірлеу және игеру туралы мәселеле қойылса, енді шығарылатын марганец ферроқорытпаларының номенклатурасын көңілтүй, жоғары сапалы марганец шикізатының ағымдағы өндірісін қамтамасыз ету және марганец ферроқорытпаларын өндірудің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту міндеттерін шешу қажет.

Марганец кені сапасының нашарлау үрдісі болашақта Қазақстанның ферроқорытпа зауыттарын марганец шикізатымен қамтамасыз ету мәселесін өткір қойып отыр. Қазақстан Республикасы құрамында марганец бар шикізаттың үлкен қорына ие, бірақ олардың көп бөлігі марганец ферроқорытпаларының стандартты маркаларын өндіруге жарамсыз, ейткені кен негізінен құрамында темірі жоғары ферромарганецтің сұрыптарымен ұсынылған. Құрамында марганец бар көндердің жалпы қорында ферромарганец үлесі 70%

құрайды. Қалған 30% тотықкан және қын байытылатын бастапқы марганец кендері.

Қалыптасқан жағдайдан шығу жаңа кен орындарын іздеу мен барлауды жандандырумен қатар темір-марганец кендерін өңдеудің тиімді технологияларын әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізу болып табылады.

**Түйін сөздер:** марганец феррокорытпалары, жаңа буын корытпалары, құрылым, спектр, күйдіргі магнитті концентрат

УДК 541.6:631.445.51

**A. Klivenko, Zh. Kassymova, B. Mussabayeva, L. Orazzhanova, Sh. Nurtassov**

(Shakarim State University of Semey, Semey, Kazakhstan)

E-mail: kasymova-z@mail.ru)

## SYNTHESIS AND APPLICATION OF THE INTERPOLYELECTROLYTE COMPLEX OF CHITOSAN WITH SODIUM ALGINATE FOR SOIL STRUCTURING

**Abstract.** The complexation in the chitosan – sodium alginate system was studied using gravimetry, dynamic laser light scattering and rheoviscosimetry. The optimal stoichiometric composition was established [Ch]:[SA]=[1]:[1]. Interpolyelectrolyte complex increases the mechanical strength of soil structurates by 3 times. The biological activity of polymers and interpolyelectrolyte complex was studied using the vegetative method.

**Key words:** interpolyelectrolyte complex, chitosan, sodium alginate, light chestnut soil, agrochemical properties of soil, vegetation experience.

**А.Н. Кливенко, Ж.С. Касымова, Б.Х. Мусабаева, Л.К. Оразжанова, Ш.Е. Нұртасов**

(Государственный университет имени Шакарима города Семей, Семей, Республика Казахстан,

E-mail: kasymova-z@mail.ru)

## СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ХИТОЗАНА С АЛЬГИНАТОМ НАТРИЯ ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОЧВЫ

**Аннотация.** Исследовано комплексообразование в системе хитозан – альгинат натрия методами гравиметрии, динамического лазерного светорассеяния, реовискозиметрии и установлен оптимальный стехиометрический состав [ХТЗ]:[Na-КМЦ]=[1]:[1]. Интерполиэлектролитный комплекс повышает механическую прочность почвенных структураторов в 3 раза. Вегетационным методом изучена биологическая активность полимеров и интерполиэлектролитного комплекса.

**Ключевые слова:** интерполиэлектролитный комплекс, хитозан, альгинат натрия, светло-каштановая почва, агрохимические свойства почвы, вегетационный опыт.

**Введение.** Под почвенной структурой понимают пространственную организованность твердой фазы во взаимодействии с жидкой и газовой, обеспечивающей функционирование почвы как экологической среды и объекта технологических воздействий. Почвенная структура является важным условием проявления почвенного плодородия. Почва с нарушенной структурой характеризуется низкой продуктивностью и не устойчива к эрозии, а также имеет мало благоприятные водный и воздушный режимы для роста растений [1].

Для улучшения агрофизических свойств почвы целесообразно применение структурообразователей почвы. В последние годы вследствие развития химии высокомолекулярных соединений получены новые связующие препараты - интерполиэлектролитные комплексы (ИПЭК) на основе анион- и катионактивных полимеров [2, 3]. ИПЭК способны агрегировать мелкие частицы почвы за счет сил электростатического взаимодействия и образовывать на поверхности почвы тонкую почвенно-полимерную пленку – почвенный структуратор, который предотвращает ветровую и водную эрозию почвы, а также способствует сохранению тепла и влаги в обработанной почве [4-6]. В качестве структурообразователей почвы актуальны безвредные для растений, стимулирующие их рост и развитие полимеры [7, 8].

Целью настоящего исследования являлась разработка нового структурообразователя почвы - ИПЭК на основе биоразлагаемых полимеров – хитозана (CS) и альгината натрия (SA). Для достижения поставленной цели требовалось решение следующих задач:

1. установление состава комплекса [CS]:[SA] с использованием различных физико-химических

методов анализа;

2. отбор проб почвы и ее анализ;
3. внесение ИПЭК в почву и изучение механических характеристик почвенных структураторов;
4. изучение влияния ИПЭК на рост и развитие фасоли.

### Методы

*В работе использовали следующие материалы:*

CS фирмы SigmaAldrich (USA), ММ=500 кДа использовали без дополнительной очистки.

SA фирмы SigmaAldrich (USA), ММ=250000 кДа, использовали без дополнительной очистки.

Светло-каштановая почва пахотного горизонта (0-20 см), отобранная в г. Семей на территории дачного массива «Садовый».

Фасоль сорта «Журавушка» (ООО «Космос», РФ).

#### *Приготовление растворов*

Для получения 3% раствора 30 г аскорбиновой кислоты растворяли в 970 мл дистиллированной воде в мерной колбе на 1 л при комнатной температуре.

Для приготовления 1 л раствора CS с концентрацией  $10^{-2}$  М 1,61 г сухого CS переносили в мерную колбу на 1 л, заливали небольшим количеством аскорбиновой кислоты (3%) и перемешивали на магнитной мешалке до полного растворения полимера. После чего доводили объем жидкости в колбе до метки раствором аскорбиновой кислоты (3%). Затем выдерживали раствор при комнатной температуре в течение 24 часов, после чего использовали раствор для исследований. Растворы CS с меньшей концентрацией получали путем разбавления дистиллированной водой исходного раствора с концентрацией  $10^{-2}$  М.

Для приготовления 1 л раствора SA с концентрацией  $10^{-2}$  М 1,98 г сухого SA переносили в мерную колбу на 1 л, заливали небольшим количеством дистиллированной воды и после полного растворения полимера доводили объем жидкости в колбе до метки дистиллированной водой. Затем выдерживали раствор при комнатной температуре в течение 24 часов, после чего использовали раствор для исследований. Растворы SA с меньшей концентрацией получали путем разбавления дистиллированной водой исходного раствора с концентрацией  $10^{-2}$  М.

#### *Синтез ИПЭК*

Синтез ИПЭК выполняли методом смешения эквимолярных растворов индивидуальных полимеров. В стеклянные виалы объемом 15 мл вносили растворы CS и SA в соотношениях указанных в табл. 1.

Таблица 1. Количество соотношения полимеров для приготовления ИПЭК

Соотношение [CS]:[ SA]	$10^{-2}$ М CS, мл	$10^{-2}$ М SA, мл
[90]:[10]	9	1
[80]:[20]	8	2
[70]:[30]	7	3
[60]:[40]	6	4
[50]:[50]	5	5
[40]:[60]	4	6
[30]:[70]	3	7
[20]:[80]	2	8
[10]:[90]	1	9

#### *Гравиметрическое исследование комплексообразования в системе [CS]:[ SA]*

Растворы ИПЭК из виал согласно табл. 1 переливали в центрифужные пробирки объемом 14 мл и центрифугировали при скорости вращения 3500 об/мин в течение 15 минут. Надосадочную жидкость сливали, а осадок сразу взвешивали на аналитических весах. По полученным данным строили график зависимости массы осадка от состава комплекса.

*Изучение комплексообразование в системе [CS]:[SA] методом динамического лазерного светорассеяния.*

Через сутки после смешивания из растворов ИПЭК согласно табл. 1. отбирали по 0,5 мл раствора в кювету и измеряли  $\zeta$ -потенциал на приборе Zetasizer Nano NS90 (Malvern, UK). На основе полученных данных строили график зависимости  $\zeta$ -потенциала от состава комплекса.

*Исследование комплексообразования в системе [CS]:[SA] методом реовискозиметрии*

40 мл раствора ИПЭК в соответствии с табл. 1 переносили в стакан реовискозиметра RheolabQC (AntonPaar, Austria) и проводили измерение динамической вязкости при скорости сдвига от 1 до 100  $\text{с}^{-1}$  и 600 измерительных точках. На основе полученных данных строили графики зависимости напряжения сдвига ( $\tau$ ) от скорости сдвига ( $\gamma$ ), а также напряжения сдвига от состава комплекса.

*Исследование механической прочности почвенных структураторов*

Почву просеивали через сито 0,25 мм и наполняли ей чашку Петри. Вносили в почву вначале  $10^{-3}$  М раствор CS, затем  $10^{-3}$  М раствор SA согласно табл. 1, высушивали почву в течение 3 дней на воздухе при комнатной температуре. Затем изучали механическую прочность структураторов на приборе TAXT texture analyzer (StableMicroSystems, UK) со скоростью 0,01 мм/мин с использованием насадки P 5/S в режиме сжатия. Модуль Юнга определяли как тангенс угла наклона касательной к прямолинейному начальному участку кривой зависимости приложенного напряжения от деформации.

*Исследование агрохимических свойств почвы*

Пробоотбор, пробоподготовка и агрохимический анализ почвы проводились по общепринятым методикам [9].

*Лабораторный вегетационный опыт*

Лабораторные вегетационные опыты выполнялись при температуре 20 °C и включали в себя: подготовку почвы и сосудов, подготовку семян растения, набивку сосудов почвой, посадку семян, фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, снятие опытов [10].

**Результаты и их обсуждения**

Путем смешивания эквимолярных растворов полимеров получена серия растворов ИПЭК (Рисунок 1).



**Рис.1.** Растворы ИПЭК

Визуально процесс комплексообразования в системе [CS]:[SA] проявлялся в однородном постепенном помутнении смеси двух изначально прозрачных растворов. Однако для изучения состава комплекса требовалось проведение исследований с количественными определениями.

Гравиметрический метод определения комплексообразования заключался в измерении массы полученных после центрифугирования осадков. Этот метод применялся в работах [11, 12]. Результаты гравиметрического исследования приведены на рисунке 2.

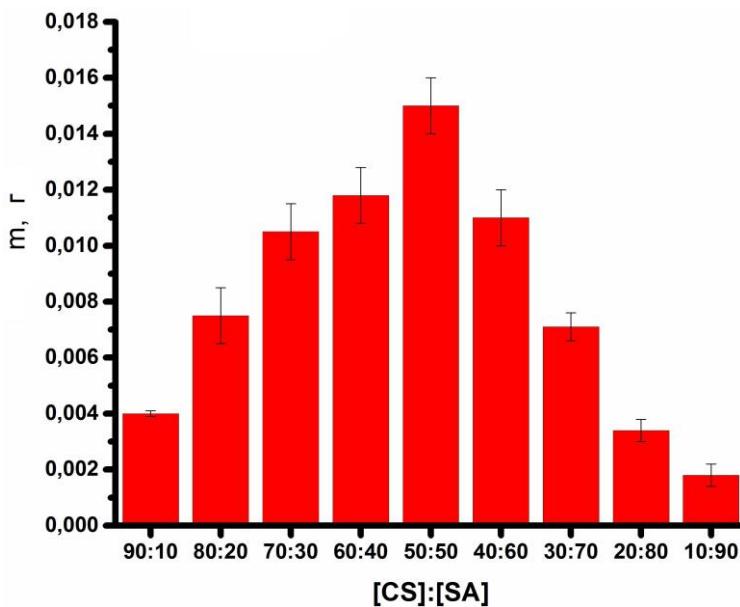


Рис. 2. Зависимость массы осадка от состава комплекса

Как видно из рисунка 2 максимальное значение массы осадка соответствует соотношению  $[CS]:[SA]=[50]:[50]=[1]:[1]$ .

Метод гравиметрического определения комплексообразования является достаточно приближенным методом определения, поскольку в этом случае трудно учесть массу удерживаемой воды.

Метод динамического лазерного светорассеяния, позволяющий определить поверхностный заряд –  $\zeta$ -потенциал частиц комплекса является более точным, так как с его помощью можно отследить момент перезарядки макромолекул. На рисунке 3 представлена кривая зависимости  $\zeta$ -потенциала от объемного состава комплексов.

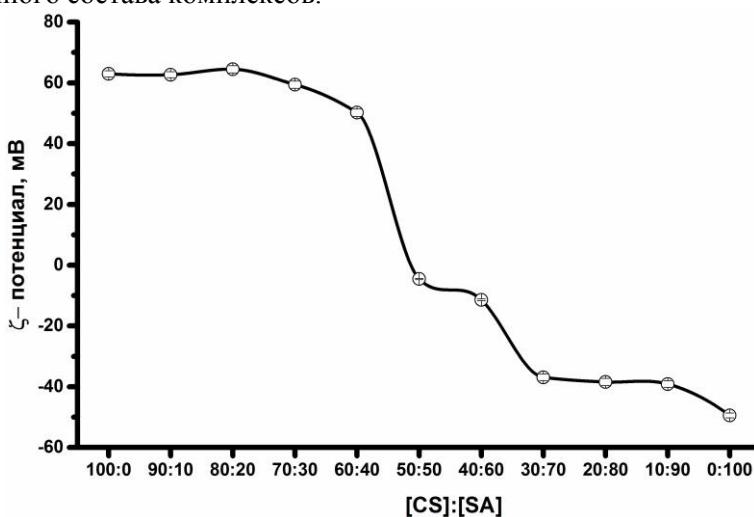


Рис. 3. Зависимость  $\zeta$ -потенциала от состава ИПЭК

При полной компенсации положительных зарядов *CS* отрицательными зарядами *SA* следует ожидать нулевого поверхностного заряда макромолекул. Как видно из рисунка 3 перезарядка макромолекул происходит максимально близко к соотношению  $[50]:[50]$  и определяет образование стехиометрического комплекса  $[CS]:[SA]=[1]:[1]$ .

Методом реовискозиметрии можно оценить реологическое поведение раствора, что потребуется в дальнейшем при промышленном использовании препаратов для обработки почв.

На рисунке 4 приведены зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига.

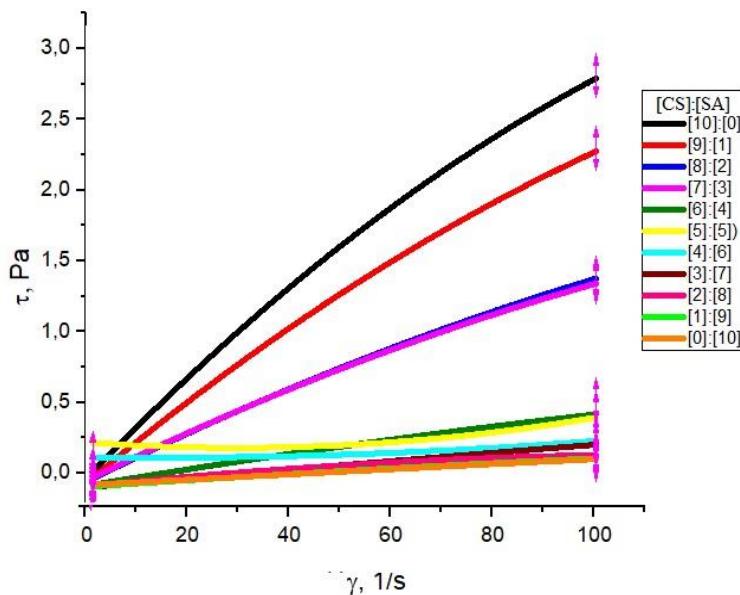


Рис. 4. Зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига растворов ИПЭК

Как следует из рисунка 4 растворы чистого *CS* и комплексов с преобладающим содержанием *CS* текут как псевдопластическая жидкость. Растворы с преобладающим содержанием *SA* текут как newtonовская жидкость. Вместе с тем два состава комплекса *[CS]:[SA]* равные [50]:[50] и [40]:[60] проявляют свойства течения пластичной жидкости. При рассмотрении зависимости напряжения сдвига в начальный момент времени, от состава комплекса (рисунок 5) видно, что максимальное значение напряжения сдвига соответствует составу комплекса *[CS]:[SA]* равному [50]:[50].

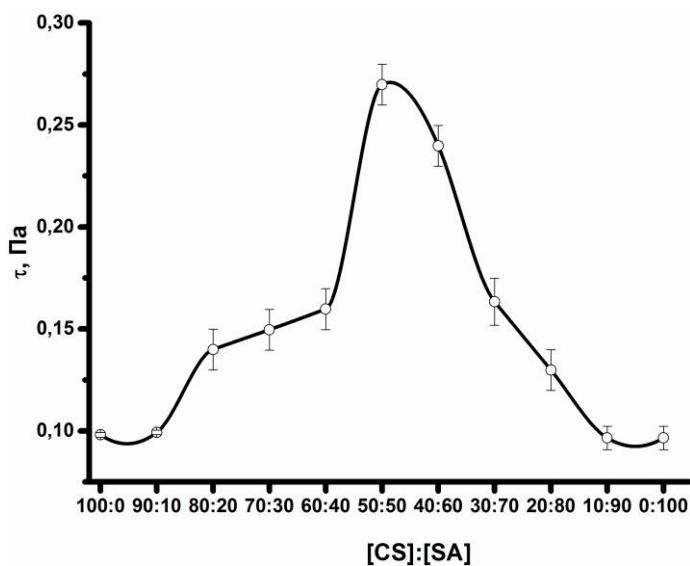


Рис. 5. Зависимость напряжения сдвига от состава комплекса

Таким образом, использование различных методов исследования [13] приводит к установлению одного состава комплекса *[CS]:[SA]* равного  $[50]:[50]=[1]:[1]$ .

Изучение агрохимических показателей светло-каштановой почвы позволило установить рыхлопесчаный механический состав (для почвы степного типа почвообразования) (таблица 2). Легкому гранулометрическому составу почвы соответствуют неудовлетворительная полевая влажность, плохая водопрочность, высокая водопроницаемость, низкое содержание органического вещества и гумусовых веществ, очень низкое содержание подвижного фосфора. Почвенный раствор имеет слабошелочную реакцию среды. Таким образом, для поверхностного горизонта почвы характерна нарушенность структуры и сильная смытость.

Таблица 2. Результаты исследования агрохимических характеристик почвы

Показатель	Значение
Содержание физической глины (<0,01 мм), %	0,5
Полевая влажность, %	10,33±0,14
Водопрочность, %	0,29 ±0,06
Водопроницаемость (фракция 1,0 мм), %	29,7
Содержание органического вещества, %	4,200±0,006
Содержание гумуса, %	2,29±0,017
Содержание гуминовых кислот, %	0,60±0,003
Актуальная кислотность	7,248±0,016
Обменная кислотность	7,152±0,003
Гидролитическая кислотность	0,531 мг-экв/100 г
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г	2,100±0,022

Для пропитки и укрепления почвы применялся ИПК установленного состава [14, 15]. Механические характеристики почвенных структуратов представлены на рисунке 6.

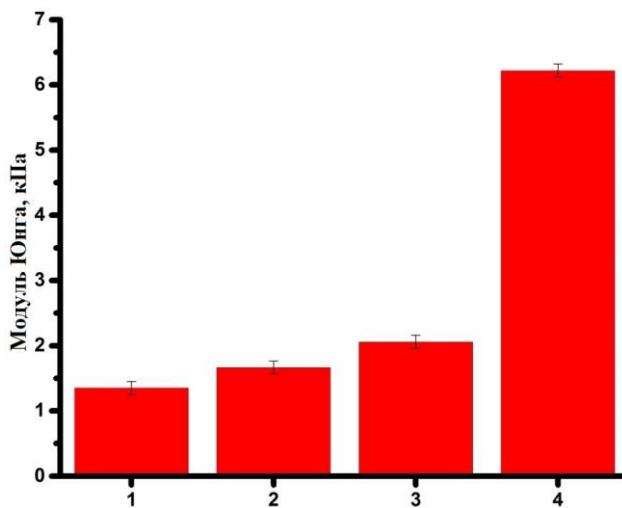


Рис. 6. Зависимость механической прочности почвенных структуратов от состава структурирующего агента:  
1-контроль, 2 – SA, 3 – CS, 4 – [CS]:[SA]=[50]:[50]

Как видно из рисунка 6 механическая прочность почвенных структуратов, полученных путем обработки почвы ИПК, примерно в 3 выше по сравнению с контролем и индивидуальными полимерами.

Для дальнейших качественных сравнений влияния полимеров и ИПЭК на структуру почвы были проведены вегетационные лабораторные опыты с фасолью по 4 вариантам (таблица 3).

Таблица 3. Биометрические показатели проростков фасоли

Биометрический показатель	Варианты			
	1	2	3	4
Начальная всхожесть, сут	2/3	2/3	3/3	4/3
Массовая всхожесть, сут	6/9	6/9	6/9	7/9
Длина надземной части, см	23,1	24,5	24,3	23,4
Масса корней, г	0,212	0,242	0,236	0,235
Масса надземной части, г	3,03	2,84	3,14	6,73

Примечание: 1– контроль, 2–CS, 3–SA, 4–ИПЭК.

В вегетационном лабораторном опыте установлено ростостимулирующее действие исследуемого ИПЭК и CS на развитие фасоли. Максимальная всхожесть наблюдалась в варианте опыта с ИПЭК – 78 %, что на 11 % выше других вариантов. В почве, обработанной CS, усилилось развитие корней, т.е. их масса на 14 % превысила контроль. При обработке поверхности почвы ИПЭК биомассы корней и надземной части – соответственно на 4% и в 2,2 раза выше контрольных образцов. Ускорение всхожести и усиленное развитие проростков фасоли видимо объясняется парниковым эффектом, создаваемым почвенно-полимерной коркой, которая регулирует температурный режим и испарение влаги с поверхности почвы.

#### Заключение

В результате физико-химических исследований установлен стехиометрический состав комплекса, проведен отбор и агрохимический анализ почвы, подобраны оптимальные количественные соотношения полимеров для обработки поверхности почвы, а также продемонстрировано положительное влияние ИПЭК на рост и развитие фасоли.

*Работа выполнена в рамках гранта AP05134681 Министерства образования и науки Республики Казахстан.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Захарова Е.А. Влияние водорастворимых полимеров на агрофизические и почвозащитные свойства светло-серых эродированных почв Предкамья Республики Татарстан: автореф.дис....канд.с/х.наук. – Курск, 1999. – 30 с.
- [2] Валеева Н.Ш., Хасanova Г.Б. Биополимеры – перспективный вектор развития полимерной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. - №22. – С. 184-187.
- [3] Мун Г.А., Нуркеева З.С., Хуторянский В.В., Уркимбаева П.И., Бектуров Е.А. Межмакромолекулярные комплексы и композиционные материалы на их основе. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 136 с.
- [4] Zezin A.B., Mikheikin S.V., Rogacheva V.B., Zansokhova M.F., Sybachin A.V., Yaroslavov A.A. Polymeric stabilizers for protection of soil and ground against wind and water erosion // Advances in Colloid and Interface Science. -2015. - V. 226. -P. 17-23.
- [5] Мусабаева Б.Х., Кливенко А.Н., Касымова Ж.С., Оразжанова Л.К. Применение интерполимерных комплексов в экологических целях // Химический журнал Казахстана. - 2018. - №4. –С.187-204.
- [6] Shulga G., Betkers T., Brovkina J., Aniskevicha O., Ozolinš J. Relationship between composition of the lignin-based interpolymer complex and its structuring ability // Environmental Engineering and Management Journal. – 2008. – V.7, I. 4. – P. 397-400.
- [7] Мухамедов Г.И., Хафизов М.М., Инагамов С.Я. Интерполимерные комплексы. Структура, свойства, применение. - LAP Lambert Academic Publishing, 2017. - 276 с.
- [8] Kassymova, Zh., Klivenko, A., Orazzhanova, L., Mussabaeva, B. Application of interpolymer complexes based on biopolymers for structuring the dark chestnut soil // XX International scientific-practical conference “Actual Problems of Ecology and Environmental Management”. Peoples' Friendship University of Russia. - Moscow, 2019. – P. 407-411. [in Russian].
- [9] Peng Ch., Zheng J., Huang Sh., Li Sh., Li D., Cheng M., Liu Y. Application of sodium alginate in induced biological soil crusts: enhancing the sand stabilization in the early stage // Appl. Phycol. - 2017. - № 29. - P.1421–1428.
- [10] Hataf N., Ghadir P., Ranjbar N. Investigation of soil stabilization using chitosan biopolymer // Journal of Cleaner Production. - 2018. – 170. - P. 1493-1500.
- [11] Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.
- [12] Журбикский З.И. Теория и практика вегетационного метода. – М.: Наука, 1968. – 267 с.
- [13] Kassymova Zh.S., Orazzhanova L.K., Klivenko A.N., Mussabayeva B.Kh., Aserzhanov D.K. Preparation and Properties of Interpolymer Complexes Capable of Soil Structuring // Russian Journal of Applied Chemistry. - 2019. - № 92 (2). – P. 208-217.
- [14] Kassymova Zh.S., Orazzhanova L.K., Bayakhmetova B.B., Gaisina B.S., Kassenova N.B., Yelemessova G.T. Preparation of interpolymer complexes of chitosan and sodium alginate. Bulletin of University Karaganda-Chemistry. - 2019. - №93 (1). – C. 17-24.
- [15] Khutoryanskii V.V., Smyslov R.Yu., Yakimansky A.V. Modern Methods for Studying Polymer Complexes in Aqueous and Organic Solutions// Polymer Science. Series A. – 2018. – Vol .60. - №5. – P. 553-576.
- [16] Inbar A., Ben-Hur M., Sternberg M., Lado M. Using polyacrylamide to mitigate post-fire soil erosion // Geoderma. – 2015. - 239–240. - P. 107–114.
- [17] Sadeghi S.H., Hazbavi Z., Younesi H., Bahramifar N. Trade-off between runoff and sediments from treated erosion plots and polyacrylamide and acrylamide residues // Catena. - 2016. – 142. - P. 213–220.

УДК 678.5

**A. Yessenamanova, B. Mussabayeva, Zh. Kassymova, A. Klivenko, L. Orazzhanova**

(Shakarim State University of Semey, Semey, Kazakhstan)

E-mail: yessenamanova97@yandex.kz)

## USE OF BIOPOLYMERS FOR THE SYNTHESIS OF INTERPOLYMER COMPLEXES

**Abstract.** The article is devoted to the study of complexation in the chitosan – sodium carboxymethylcellulose system by gravimetry, turbidimetry, dynamic laser light scattering, and viscometric methods. It was found that, biopolymers form a non-stoichiometric interpolymer complex with a molar ratio [Ch]:[Na-CMC]=[1]:[1,5]. Potentiometric titration was used to determine the degree of deacetylation of chitosan 71%, which determines the complexing activity of the amino group of the polymer polycation.

**Key words:** interpolymer complex, biopolymer, chitosan, sodium carboxymethylcellulose, complexation.

**А.Б. Есенаманова, Б.Х. Мусабаева, Ж.С. Касымова, А.Н. Кливенко, Л.К. Оразжанова**

(Государственный университет имени Шакарима, Семей, Республика Казахстан,

E-mail: yessenamanova97@yandex.kz)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию комплексообразования в системе хитозан - натрийкарбоксиметилцеллюлоза методами гравиметрии, турбидиметрии, динамического лазерного светорассеяния, реовискозиметрии. Установлено, что при мольном соотношении [ХТЗ]:[На-КМЦ]=[1]:[1,5] биополимеры образуют нестехиометрический интерполимерный комплекс. Методом потенциометрического титрования была определена степень деацетилирования хитозана 71%, определяющая комплексообразующую активность аминогруппы полимера-поликатиона.

**Ключевые слова:** интерполимерный комплекс, биополимер, хитозан, натрийкарбоксиметилцеллюлоза, комплексообразование.

### Введение

На сегодняшний день применение интерполимерных комплексов (ИПК) актуально для получения биосовместимых материалов и селективных мембранных, очистки сточных вод, инкапсулирования биомолекул и живых клеток [1-3]. Большинство исследований ИПК направлены на решение экологических проблем почвы [2-6].

ИПК представляют собой широкий класс полимер-полимерных соединений. ИПК образуются между комплементарными макромолекулами, т.е. полимерами, функциональные группы которых обладают сродством друг к другу. ИПК, образованные между противоположно заряженными полиэлектролитами за счет электростатического взаимодействия, называются интерполиэлектролитными комплексами (ИПЭК) [3].

С момента появления первых работ по ИПК, опубликованных в начале 60-х годов, данный класс полимеров интенсивно исследуется рядом ведущих научных центров мира. Основные закономерности комплексообразования, свойства ИПК, а также перспективы их применения обобщены в ряде монографий и обзоров. Ежегодно в мире публикуются десятки научных статей, посвященных проблемам комплексообразования полимеров [7].

Для синтеза ИПК среди биодеградируемых полимеров могут быть использованы биополимеры хитозан (ХТЗ) и натрийкарбоксиметилцеллюлоза (На-КМЦ), как перспективные и безопасные для окружающей среды и живых организмов [8, 9].

Биополимеры представляют собой материалы, которые получают из возобновляемых ресурсов и которые синтезируются живыми организмами (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, лигнин). Однако исследования по применению биополимеров как экологически привлекательной альтернативы для синтеза ИПК недостаточны [10].

Одним из самых простых и доступных методов синтеза ИПК является метод смешения растворов готовых полимеров в общем растворителе. Состав ИПК изучался методами гравиметрии, турбидиметрии, динамического лазерного светорассеяния (ДЛС), реовискозиметрии [11, 12]. Для оценки комплексообразующих свойств ХТЗ как поликатиона была определена степень деацетилирования методом потенциометрического титрования [10].

### Методы

Для определения степени деацетилирования использовался pH-метр Hanna Instruments (HI 2215 pH/ORPMeter, Romania). XT3, растворенный в 0,1 М соляной кислоте, титровали 0,1 М гидроксидом натрия с шагом 0,1 см<sup>3</sup>, измеряя pH раствора. По полученным данным построили график зависимости pH от объемов титранта гидроксида натрия, соответствующие точкам эквивалентности соляной кислоты и солянокислого XT3 [13, 14].

Для исследования комплексообразования гравиметрическим методом серию растворов полимеров 10<sup>-2</sup>М XT3 в 3% муравьиной кислоте и 1% Na-КМЦ в объемных соотношениях [XT3:Na-КМЦ]=[10:0], [9:1], [8:2], [7:3], [6:4], [5:5], [4:6], [3:7], [2:8], [1:9], [0:10] перемешивали на ротаторе LOIPLS-110 (LOIP, Russia) в течение 30 минут, затем центрифугировали на центрифуге CENTRIFUGECM-6M (ELMI, Latvia) при скорости вращения 3500 об/мин в течение 15 минут, затем сливали жидкость и взвешивали осадок. На основе полученных данных строили график зависимости массы осадка от состава комплекса.

Для изучения комплексообразования турбидиметрическим методом растворы после встряхивания переносили в кювету и измеряли пропусканием раствора при длине волны 400 нм на спектрофотометре UV Specord 210 plus (AnalytikJena, Germany). На основе полученных данных строили график зависимости оптической плотности от состава раствора.

Для изучения комплексообразования методом ДЛС растворы после встряхивания переносили в кювету и измеряли  $\zeta$ -потенциал на приборе Zetasizer Nano ZS90 (Malvern, UK). На основе полученных данных строили график зависимости  $\zeta$ -потенциала от состава раствора.

Реологические характеристики растворов ИПК исследовали на реометре RheolabQC (AntonPaar, Austria) с использованием системы Double Gap Cup C-DG42/SS/QC-LTD. Для этого 40 мл каждого раствора ИПК были исследованы при комнатной температуре при скорости сдвига от 1 до 100 с<sup>-1</sup> и 600 измерительных точках.

### Результаты

#### *Определение степени деацетилирования хитозана*

ХТЗ образуется путем N-деацетилирования в процессе щелочного или кислотного гидролиза хитиновой молекулы. Доля деацетилированных единиц, определяемая как степень деацетилирования, составляет обычно от 70 до 90 %. Эти параметры могут изменяться в зависимости от источника хитина и методов технологической обработки [13].

Степень деацетилирования является важной характеристикой хитина и ХТЗ, усиливающая их свойства (растворимость полимера) и области применения (биоактивный сорбат и сорбент).

Среди известных и наиболее доступных методов определения степени деацетилирования растворимых образцов хитина и ХТЗ используется метод потенциометрического титрования. Нами получена кривая потенциометрического титрования хлористого водорода, связанного с аминогруппами молекул ХТЗ (рисунок 1). На рисунке 1 первый максимум соответствует количеству NaOH для нейтрализации соляной кислоты, второй-количеству NaOH, необходимому для реакции с H<sup>+</sup> аминогрупп.

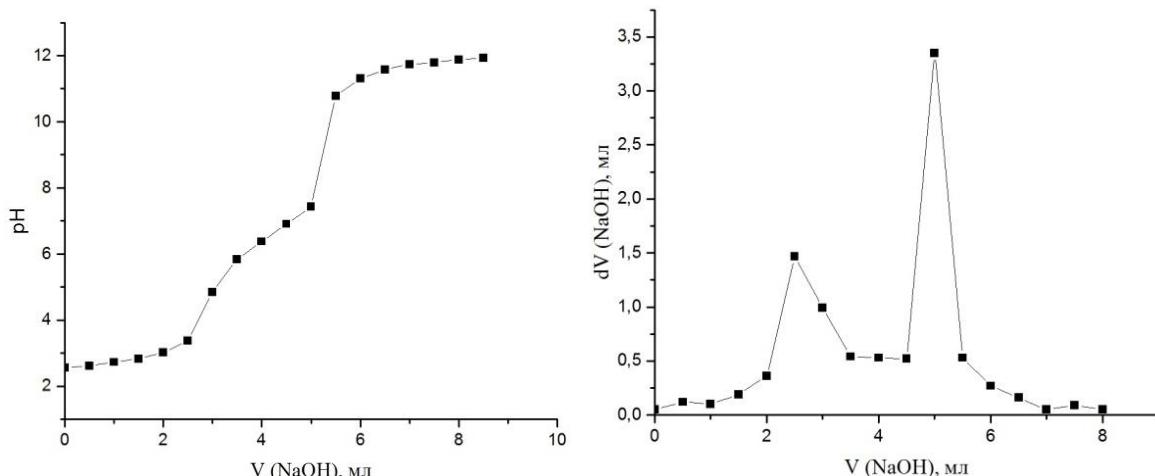


Рис. 1. Зависимость pH солянокислого раствора ХТЗ от объема титранта NaOH

В данном методе степень деацетилирования ХТЗ (DD, %) вычисляли по формуле (1) [12]:

$$DD = 203,2 \times 100 / [42,0 + 1000 m_0 / (C_{NaOH} dV_{NaOH})] \quad (1)$$

где  $m_0$  – масса навески ХТЗ, г;  $C_{NaOH}$  – точная концентрация раствора гидроксида натрия, моль/мл;  $dV_{NaOH}$  – объем раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование аминогрупп, мл; 203,2; 42,0; 100; 1000 – пересчетные коэффициенты.

Среднее арифметическое значение результатов трех параллельных измерений составило 71%:

$$DD = 203,2 \times 100 / [42,0 + 1000 \times 0,2 / (0,1 \times 8,5)] = 71\%$$

ХТЗ со степенью деацетилирования >50% становится растворимым в кислых водных растворах и ведет себя как катионный полиэлектролит.

#### *Метод гравиметрии*

При синтезе ИПК в качестве полимера катионного типа был использован ХТЗ, а в качестве полианиона выступал Na-КМЦ. Серии ИПК были получены путем смешивания растворов полимеров при заданных объемных соотношениях [ХТЗ:Na-КМЦ]=[10:0], [9:1], [8:2], [7:3], [6:4], [5:5], [4:6], [3:7], [2:8], [1:9], [0:10]. Комплексообразование в системах ХТЗ – Na-КМЦ установили в результате визуального наблюдения за образованием осадков.

Полученные осадки ИПК отделяли центрифугированием, удаляли несвязанную влагу и взвешивали. Таким образом, определяли массу образовавшихся осадков. На рисунке 2 представлена зависимость массы осадков ИПК от состава.

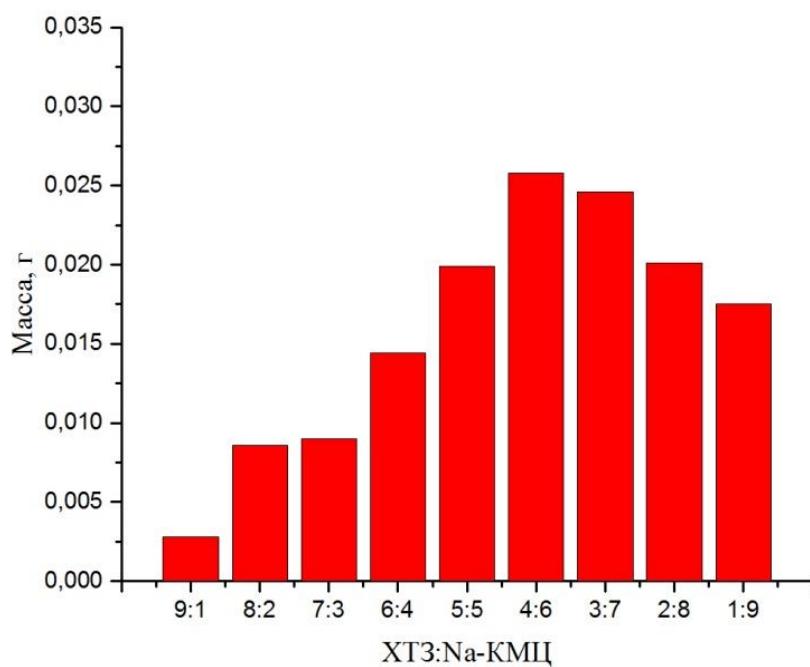


Рис. 2. Зависимость массы осадка ИПК от состава

По результатам гравиметрического анализа, как показано на рисунке 2, максимальная масса осадков ИПК наблюдалась для системы объемного состава [ХТЗ]:[Na-КМЦ] – [4]:[6] или мольного состава [ХТЗ]:[Na-КМЦ] – [1]:[1,5].

#### *Метод турбидиметрии*

В связи с тем, что в ходе взаимодействия полимеров образующийся ИПК способствует помутнению раствора, прохождение света через реакционную среду сводится к минимальному. Наименьшее пропускание света наблюдалось в растворе с объемным составом [ХТЗ]:[Na-КМЦ] - [4]:[6] или мольным соотношением [ХТЗ]:[Na-КМЦ] -[1]:[1,5], что представлено на рисунке 3.

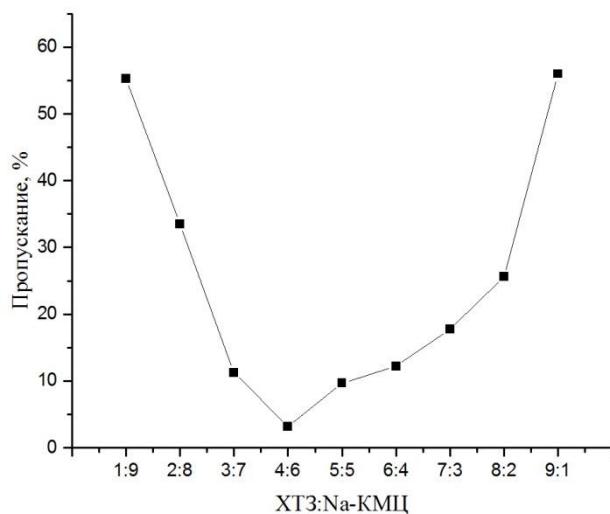


Рис. 3. Изменение пропускания света при изучении состава ИПК

#### Метод ДЛС

Одним из методов, подтверждающих комплексообразование между макромолекулами, является метод ДЛС. Измерение  $\zeta$ -потенциала методом ДЛС позволяет измерить поверхностный заряд макромолекул. На рисунке 4 представлена зависимость  $\zeta$ -потенциала от состава комплексов.

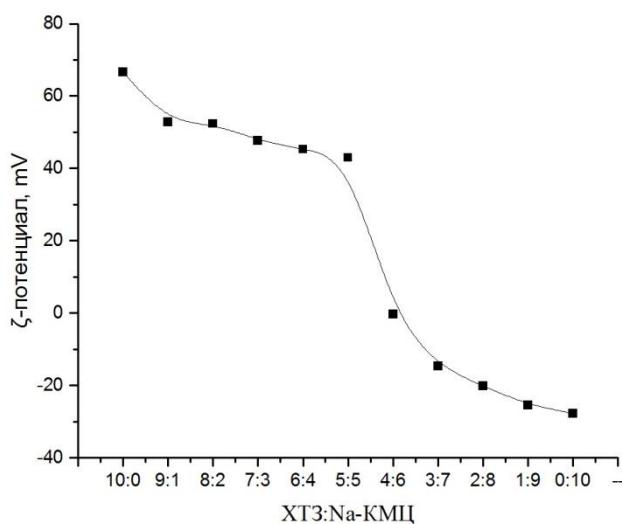
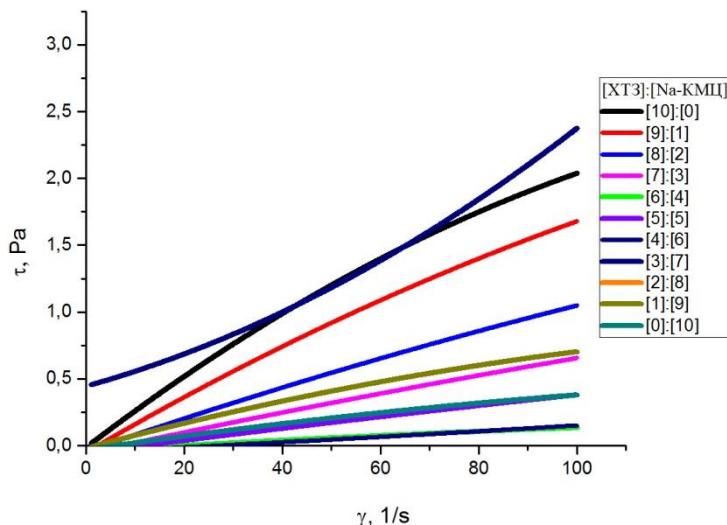


Рис.4. Зависимость  $\zeta$ -потенциала от концентрации ХТЗ

Как видно из рисунка 4, при определенном соотношении компонентов  $\zeta$ -потенциал достигает нулевого значения, что указывает на нейтрализацию положительного заряда функциональной группы ХТЗ отрицательно заряженными функциональными группами Na-КМЦ. Это свидетельствует об электростатическом взаимодействии между молекулами поликатиона и полианиона, и кооперативном характере комплексообразования. Для систем [ХТЗ]:[Na-КМЦ] перезарядка макромолекул наблюдается при мольном соотношении [1]:[1,5], что свидетельствует об образовании нестехиометрического ИПЭК.

#### Реологическое исследование

С целью получения сведений о поведении растворов полимеров и ИПК на их основе проводили реологические исследования растворов полимеров и ИПК. Реовискозиметрические исследования ИПК выполняли при комнатной температуре. Графики зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига изображены на рисунке 5.



**Рис.5.** Зависимость напряжения сдвига ( $\tau$ , Па) от скорости сдвига( $\gamma$ , 1/с) растворов ИПК

Как видно из рисунка 5, практически все исследованные составы ИПК имеют псевдопластичный характер течения. Пластичный характер течения [15] наблюдался для ИПК, отвечающего объемному составу [ХТЗ]: [На-КМЦ] - [4]:[6] или мольному соотношению [ХТЗ]: [На-КМЦ] - [1]:[1,5].

#### Заключение

Комплексообразование в системе ХТЗ- На-КМЦ осуществлено методом смешения растворов полимеров и установлено совокупностью физико-химических методов – гравиметрия, потенциометрия, турбидиметрия, реовискозиметрия, ДЛС. Экспериментальные результаты указывают на образование нестехиометрического ИПЭК с молярным составом [ХТЗ]: [На-КМЦ] - [1]:[1,5].

*Работа выполнена в рамках гранта AP05134681 Министерства образования и науки Республики Казахстан.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бектуров Е.А., Бимендина Л.А. Интерполимерные комплексы. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 264 с.
- [2] Izumrudov V.A., Mussabayeva B.Kh., Kassymova Zh.S., Klivenko A.N., Orazzhanova L.K. Interpolyelectrolyte complexes: advances and prospects of application / // RUSS CHEM REV. – 2019. - 88 (10). – P. 1046–1062.
- [3] Мусабаева Б.Х., Кливенко А.Н., Касымова Ж.С., Оразжанова Л.К. Применение интерполимерных комплексов в экологических целях // Химический журнал Казахстана. – 2018 . - № 4. – С. 187-204.
- [4] ZezinA.B., MikheikinS.V., RogachevaV.B., ZansokhovaM.F., SybachinA.V., YaroslavovA.A. Polymeric stabilizers for protection of soil and ground against wind and water erosion// Advances in Colloid and Inter-face Science. - 2015. - V. 226. - P. 17-23.
- [5] Panova I.G., Sybachin A.V., Spiridonov V.V., Kydralieva K., Jorobekova Sh., Zezin A.B., Yaroslavov A.A. Non-stoichiometric interpolyelectrolyte complexes: Promising candidates for protection of soils // Geoderma. – 2017. – P. 91-97.
- [6] Kassymova Zh.S.,Orazzhanova L.K., Klivenko A.N., Mussabaeva B. Kh., Aserzhanov D.K. Preparation and Properties of Interpolymer Complexes Carable of Soil Structuring // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2019. – No 2. – Vol. 92. – P. 208-217.
- [7] Мун Г.А., Нуркеева З.С., Хуторянский В.В., Уркимбаева П.И., Бектуров Е.А. Межмакромолекулярные комплексы и композиционные материалы на их основе. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 136 с.
- [8] Донченко Л.В. Пищевая химия. Гидроколлоиды. – М.: Юрайт, 2018. – 180 с.
- [9] Hataf N., Ghadir P., Ranjbar N. Investigation of soil stabilization using chitosan biopolymer // Journal of Cleaner Production. - 2018. – 170. - P. 1493-1500.
- [10] Валеева Н.Ш., Хасanova Г.Б. Биополимеры – перспективный вектор развития полимерной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – №22. – С. 184-187.
- [11] Kassymova Zh.S.,Orazzhanova L.K., Bayakhmetova B.B., Gaisina B.S., Kassenova N.B., Yelemessova G.T. Preparation of interpolymer complexes of chitosan and sodium alginate // Bulletin of the Karaganda university. Chemistry Series. – 2019. – No 1(93). – P. 17-24.

- [12] Khutoryanskiy V.V., Smyslov R.Yu., Yakimansky A.V. Modern Methods for Studying Polymer Complexes in Aqueous and Organic Solutions// Polymer Science. Series A. – 2018. – Vol .60. - №5. – P. 553-576.
- [13] Кучина Ю.А., Долгопятова Н.В., Новиков В.Ю., Сагайдачный В.А., Морозов Н.Н. Инструментальные методы определения степени деацетилирования хитина // Вестник МГТУ. – Т. 15. - №1. - 2012. - С.107-113.
- [14] Czechowska-Biskup R., Jarosińska D., Bożena R., Ułański P., Rosiak J.M. Determination of degree of deacetylation of chitosan - comparision of methods // New Aspects of the Chemistry and Applications of Chitin and its Derivatives. - At Warsow, 2012. - Vol. XVII. -P. 5-20.
- [15] Nguen Q.H., Nguen N.D. Incompressible Non-Newtonian Fluid Flows // Continuum Mechanics - Progress in Fundamentals and Engineering Applications. - 2012. – №14. - P. 47-72.

Есенаманова А.Б., Мусабаева Б.Х., Касымова Ж.С., Кливенко А.Н., Оразжанова Л.К.

**Интерполимерлік кешендерді синтездеу үшін биополимерлерді пайдалану**

**Түйіндеме.** Макалада хитозан - натрийкарбоксиметилцеллюлоза жүйесінде комплекс тұзілуін гравиметрия, турбидиметрия, динамикалық лазерлік жарық шашырату, реовискозиметрия әдістерімен зерттеген.  $[ХТЗ]:[Na-КМЦ]=[1]:[1,5]$ =моль:моль ара қатынасында биополимерлер стехиометриялық емес интерполимерлік кешен түзеді. Полимер-поликатион аминотоптарының комплекс түзуші белсенділігін анықтайды.

**Түйінді сөздер:** интерполимерлік кешен, биополимер, хитозан, натрийкарбоксиметилцеллюлоза, комплекс тұзілу.

## МАЗМҰНЫ

### Жер туралы ғылымдар

Мамадиев М.Д., Курбаниязов С.К., Изенбаев Б.Ж., Әбдімұтәліп Н.Ә., Абдрасилов А.А. ШОҚТАС КЕҢ ОРЫННЫң ҚҰМДАҚТАРЫНЫң ҚҰРЫЛЫС ҚАСИЕТТЕРИН ЖАН-ЖАҚТЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ .....	3
Курбаниязов С.К., Мамадиев М.Д., Изенбаев Б.Ж., Әбдімұтәліп Н.Ә., Беасарова Ш. ҚҰРЫЛЫС САЛАСЫНДА ПАЙДАЛАНУҒА ЖАРАМДЫ ШОҚТАС ҚҰМДАРЫН ЗЕРТТЕУ .....	7
Мамадиев М.Д., Курбаниязов С.К., Изенбаев Б.Ж., Әбдімұтәліп Н.Ә. КАОЛИН ЛАЙЫНЫң ҚАСИЕТТЕРИ МЕН ҚОЛДАНУ АЯСЫ.....	11
Жумай Е., Құрманбаева А.С., Хусаинов А.Т., Агайдарова А.А., Баязитова З.Е. ҚӨКШЕТАУ МЕМЛЕКЕТТИК ҮЛТТЫҚ ПАРКІНЫң АҚҚӨЛ ҚӨЛІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ .....	15
Акбасова А.Ж., Есенбаева Ж. ВЕРМИТЕХНОЛОГИЯ – ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТАУАРЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ АЛУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСІ.....	21
Хусаинов А.Т., Абдрахманова Қ.М., Құрманбаева А.С., Фахруденова И.Б., Баязитова З.Е. «БУРАБАЙ» МЕМЛЕКЕТТИК ҮЛТТЫҚ ТАРАПТЫҚ ПАРКЫНЫң ТЕРРИТОРИЯСЫНДА АТМОСФЕРА АУЫНЫ РЕТРОПСЕКТІЛІК ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ .....	26
Абетов А.Е., Ниязова А.Т., Абетова С.А. СОЛТУСТІК ҮСТІРТ ӨҢІРІНІҢ ЮРА КЕЗЕҢІДЕГІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ДАМУ ТАРИХЫ.....	33
Даулбаева А.Н. АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНДАҒЫ АУАНЫң ЛАСТАНУ ДЕНГЕЙІНЕ КЕЙБІР МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫң ӘСЕРІ.....	41
Евлоева Х.С., Атабаева С.Д., Диоренко С.В., Алыбаева Р.А., Камишыбаева Г.К. СОЯНЫң КЕЙБІР СОРТТАРЫНДАҒЫ ТЕМІР ЖӘНЕ КАЛЬЦІЙ МӨЛШЕРІ.....	46
Ақашова Ә.С., Әйдісебаева К.Ж., Аубакирова Г.Б., Бакирбаева П.А., Екейбаева Д.А. ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ҚӨЛІКТІК ЛОГИСТИКАНЫ ДАМЫТУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	50
Айдосов А., Баямирова Р.У., Тогашева Ә.Р., Жолбарасарова А.Т., Кунаева Г.Е., ӨНЕРҚӘСІПТІК АЙМАҚТЫң ЭКОЛОГИЯЛЫҚ - ЭКОНОМИКАЛЫҚ ҚАУПСІЗДІГІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ СУ РЕСУРСТАРЫНЫң ЖАЙ-КҮЙІН ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ МЕН ОҢТУСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ БОЙЫНША СЕРПІНДІЛУПЕН ТАЛДАУ .....	53
Есенгелді А., Абдурова А.А., Куприянов А.Н., Изтлеуов Г.М., Мошков Б.М. СИРЕК ЖӘНЕ СӘНДІК ӨСІМДІКТЕРДІ ҚОРҒАУ МАҚСАТЫНДА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОРИНГ .....	61
Исағалиева А.К. КАСПИЙ МАҢЫ ОЙПАТЫНЫң ОҢТУСТІГІН ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ АУДАНДАСТАРЫ ҮШИН ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІң АҚПАРАТТЫҚ БАЗАСЫНЫң ЖАҒДАЙЫ.....	66
Арынова Ш.Ж., Рихванов Л.П., Корогод Н.П. ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫң АНТРОПОГЕНДІК КАРБОНАТТАРЫН ЗЕРТТЕУ НЕГІЗІНДЕ АУРУДЫң ТАРАЛУЫНЫң ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТИЛЕРІ.....	75
Дәрібаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Құтжанова А.Н., Сыргабаева Ә.С. КЕНТАУ-ТҮРКІСТАН АЙМАҒЫНЫң ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ .....	78
Дәрібаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Құтжанова А.Н., Сыргабаева Ә.С. КЕНТАУ ЖЭО КҮЛІНІң АДАМ ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ .....	85
Шайлахмет Т.К. КЕНОРЫНДАР ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫН БАҒАЛАҒАН КЕЗДЕ ДЕРЕКТЕР БАЗАСЫН 3D ОРТАДА ҚАЛЫПТАСТАРЫ .....	90

### Техникалық ғылымдар

Конакбай З.Е., Асильбекова И.Ж., Абжанбарова А. ЖҮКТЕРДІ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІ - ҚӨЛІКТІК КЕШЕНДЕРДЕГІ BRS.....	98
Юсупова Л.Х., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р. ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ, ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫ ҚАЛА ТҮРФЫНДАРЫНЫң ТАБАНДАРЫНЫң АНТРОПОМЕТРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР НӘТИЖЕЛЕРІ ХАБАРЛАМА 1	
ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫ ҚАЛА ТҮРФЫНДАРЫНЫң ЕР АЗАМАТТАРЫНЫң ТАБАН ӨЛШЕМДІК БЕЛГІЛЕРІН БӨЛУДІ АНЫҚТАУ .....	104
Юсупова Л.Х., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р. ХАБАРЛАМА 2.	
ТАБАН ӨЛШЕМДЕРІ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАСТАРДЫ АНЫҚТАУ БЕЛГІЛЕРІ.....	110

Уразалинов В.О., Муханова А.А., Маханов М., Сатаев Б.О.	
ҰЙЫМНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ ҰШИН ТӘҮЕКЕЛДЕРДІ БАҒАЛАУ МОДЕЛІ.....	117
<i>Котов Е.С., Вяткин В.</i>	
КӨМІР КАРЬЕРІНІҢ ЖОҒАРЫ ВОЛЬТТЫ ПОДСТАНЦИЯСЫ МЫСАЛЫНДА ӨТПЕЛІ ПРОЦЕСТЕРДІ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	122
<i>Кадиркулов К.К., Исмаилова А.А., Солтан Г.Ж., Муханова А.А., Маханов М.</i>	
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР НӘТИЖЕЛЕРИНІҢДАУЫТҚУЫН АНЫҚТАУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ.....	127
<i>Жақан А.Е., Мусапирова Г.Д.</i>	
КОММЕРЦИЯЛЫҚ БАНКТЕРДІҢ БИЗНЕС-ПРОЦЕССТЕРІН СИПАТТАУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҚ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	134
<i>Соловьев А., Байбасинова А., Кудабаева Д.</i>	
2013-2019 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДА СОЛТУСТІК ЖАРТЫ ШАРДАФЫ КҮМІСТІК БҮЛЛТАР ӨРІСІНІҢ ДАМУ СЕРПІНІ.....	138
<i>Оразбаев Б.Б., Зинагабденова Д.Р., Оразбаева К.Н., Тулеуова Р.У., Ашиим Ж.</i>	
ГАЗДЫ ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ БАЛАНСЫН АНЫҚТАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ШЕШУ ТӘСІЛДЕМЕЛЕРІ.....	144
<i>Мауленов К.С., Кудубаева С.А.</i>	
МОНТЕ-КАРЛО ӘДІСІ АРҚЫЛЫ БЕТ БЕЙНЕЛЕРІН ТАНУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	151
<i>Мауленов К.С., Кудубаева С.А.</i>	
ҚОЛДАНЫСТАҒЫ БЕТ БЕЙНЕЛЕРІН ІЗДЕУ ЖӘНЕ ТАНУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ СИПАТТАМАЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ.....	155
<i>Кунакбаев Т.О., Төлебеков С.К., Танашева Н.К.</i>	
АВТОНОМДЫ ЫҚШАМ ШАҒЫН ҰШ ҚАБАТТЫ ГИБРИДТІ ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ТИМДІЛІГІНІҢ ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫ ЗЕРТТЕУЛЕРІ.....	160
<i>Жекеева С.С., Коожасхметова Р.Н.,</i>	
ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ ТҮРІНДЕ БІЛІМ АЛАТЫН СТУДЕНТТЕРДІҢ ВИРТУАЛДЫ ҰТҚЫРЛЫҒЫН МОДЕЛЬДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУГЕ КОНЦЕПТУАЛДЫ ҚОЗҚАРАС....	165
<i>Сарiev О.Р., Алмагамбетов М.С., Нургали Н.З., Әбдірашият А.М., Келаманов Б.С.</i>	
ҚАЗАҚСТАНДЫҚ КЕҢДЕРДЕҢ ФЕРРОҚОРЫТПАЛАРДЫ БАЛҚЫТУ ҚОЖДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ӨТКІЗГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ .....	171
<i>Калдыбаева Г.Ю., Елдияр Г.К., Набиева И.А., Кадирова Д.Н.</i>	
ЕРЛЕР ЖЕЙДЕЛЕРІН ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН БЕДЕРЛІ СУРЕТТЕРІ БАР МАТАЛАР АССОРТИМЕНТИН ТАҢДАУДЫ НЕГІЗДЕУ.....	175
<i>Исмаилов Б.Р., Бесбаев F.Ә., Исмаилов Х.Б., Изтаев Ж.Д.</i>	
КӘСПОРЫННЫҢ ТРАНСПОРТТЫҚ ЛОГИСТИКАСЫН ҰЙЫМДАСТАРЫУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ҰШИН ТАСЫМАЛДАРДЫҢ ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ.....	179
<i>Уразбеков А.К., Доштаев К.Ж., Таурбекова А.А.</i>	
ТҮЙІСПЕСІЗ ЖОЛ: КЕЛЕШЕКТЕГІ МӘСЕЛЕЛЕІК ТАПСЫРМАЛАР.....	187
<i>Бияшев Р.Ф., Сериков С.А.</i>	
КӨПДЕҢГЕЙЛІК ҚОРҒАНЫСТЫ МӘЛІМЕТТЕР ҚОРЫНА ҚОЛЖЕТИМДІЛІКТІ БАСҚАРУ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ .....	191
<i>Киселева О.В., Маратқызы К.</i>	
СЫМСЫЗ ТРАФИКТІ БАСҚАРУ МОДЕЛІ.....	198
<i>Амирғалиев Е.Н., Кунелбаев М.М., Калижанова А.У., Едилхан Д., Козбакова А.Х.</i>	
ТЕРМОСИФОНДЫҢ НЕГІЗГІ ЖЫЛЫП ЖУРГІЗУ ЖҮЙЕСІНІҢ НЕГІЗДЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚАБЫЛДАУ .....	204
<i>Амирғалиев Е.Н., Юнусов Р., Мерембаев Т., Едилхан Д.</i>	
ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРЛАР ЖЕЛЕСІНЕН ДЕРЕКТЕРДІ САҚТАУ АРХИТЕКТУРАСЫН ЖОБАЛАУ ...	211
<i>Айкүмбеков М.Н., Камзина А.Д., Немасиева А.Н., Сарбаев С.Ш., Нуржабаев М.М.</i>	
АЛТЫНКӨЛ СТАНЦИЯСЫНА БИЗНЕС-ПРОЦЕССТЕРДІ ЕҢГІЗУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	217
<i>Айкүмбеков М.Н., Камзина А.Д., Немасиева А.Н., Сарбаев С.Ш., Нуржабаев М.М.</i>	
БИЗНЕС-ҮДЕРІСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	221
<i>Маратқызы К., Киселева О.В.,</i>	
АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ КОНТЕКСТИНДЕГІ 4G ЖӘНЕ 5G ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ТАЛДАУ .....	226
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н., Коданова Ш.К.</i>	
АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР ЖУМЫС РЕЖИМДЕРІН БАСҚАРУДА КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ .....	229
<i>Мусабек Г.К., Диханбаев К.К., Амирханова Г.А.</i>	
AL ҚОСПАСЫ БАР ZNO ЖҰҚА ҚАБЫҚШАЛАРДЫ АЛУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ.....	237

<i>Алимова М.А., Жексебай Д.М., Ибраимов М.К.</i>	
КЕҢІСТІКТІК ЭЛЕКТРОМАГНИТТІ ШУЫЛДЫҢ САПАСЫН БАҒАЛАУДА ЭНТРОПИЯЛЫҚ ТАЛДАУ .....	242
<i>Шарипбай А.А., Бейбитхан Е.</i>	
КАЗАҚ ТІЛІН ЛАТЫН ӘЛІПБІЙНДЕ ТАНУ ҮШІН ЖАҢА ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСІ ҰСЫНЫЛДЫ....	245
<i>Лахно В.А., Картаев Т.С., Тогжанова К.О., Ахметов Б.Б.</i>	
КҮРДЕЛІ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДИНАМИКАЛЫҚ ЖОСПАРЛАУ ҮШІН ӘДІСТЕР МЕН АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ТАЛДАУ .....	251
<i>Оразбаев Б.Б., Танирбергенова А.А., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т., Тулеуова Р.У.</i>	
ТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ БАСТАПҚЫ АҚПАРАТ НЕГІЗІНДЕ ГИДРОТАЗАЛАУ БЛОГЫНЫҢ КОЛОННАЛАРЫНЫң ЖӘНЕ ПЕШІНІҚ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ	
КЕШЕНІН ЖАСАҚТАУ.....	261
<i>Абыканова Б.Т., Сариеva А.К., Кабиден К.Б., Мурынов Б.А.</i>	
ЭНЕРГИЯНЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ АРҚЫЛЫ ЭНЕРГИЯ ТИМДІЛІГІН АРТТЫРУ .....	269
<i>Мустафин M.A., Fали K.O., Жаркымбекова M.B.</i>	
СТАТОР ОРАМАСЫНДА ҚУАТТЫҢ ШЫҒЫНЫҢ ТӨМЕНДЕТУ ҮШІН ОРТАДАН ТЕПКІШ АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ .....	274
<i>Тулеғұлов А.Д., Жармаганбетова Г.М., Ергалиев Д.С., Әбдірашев О.К., Омаркулова Г.Ш.</i>	
ӘЛЛИПТИЗМДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ҮШУ АППАРАТЫНЫң ОРБИТАЛЫҚ ТРАЕКТОРИЯСЫНЫң МОДЕЛІ.....	279
<i>Утебаева Д.</i>	
ҮШҚЫШСЫЗ ӘУЕ КӨЛКТЕРІН АКУСТИКАЛЫҚ ДЫБЫС ЖАЗБАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ТИМДІЛІГІ.....	284
<i>Букаев Е.З., Кенжетаев Г.Ж., Серикбаева А.К., Муталибова Г.К.</i>	
ПРОЦЕССЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ СТЕНОВОГО КАМНЯ	291
<i>Иванов А.И., Куприянов Е.Н., Туреев С.В., Ахметов Б.Б., Алимсеитова Ж.К., Мукапил К.</i>	
БИОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІҢ ШАҒЫН ІРІКТЕМЕЛЕРІН ӨНДЕУ ҮШІН КЛАССИКАЛЫҚ СТАТИСТИКАЛЫҚ КРИТЕРИЙЛЕРДІ НЕЙРОЖЕЛІЛІК ЖАЛПЫЛАУ .. ..	300
<i>Нұргожина А. Т., Алимаев Ч. А., Алимаева Ж. Н., Баянбай Н. А., Ожисекенов К. А.</i>	
КАРДИОСИГНАЛДАРДЫ ӨНДЕУДІҢ ЖӘНЕ ТАЛДАУДЫҢ НЕЙРОЖЕЛІЛІК ӘДІСІ.....	308
<i>Тайсариеva К.Н., Сагитова Г.Ф., Таимуратова Д.Р., Шуханова Ж.К.</i>	
МҰНАЙ ЖОЛ БИТУМЫНЫң ҚАСИЕТТЕРІНЕ РЕЗЕҢКЕ ҮГІНДІСІНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ .....	312
<i>Ерланұлы А., Сұлтанова Н., Қожахмет Қ.</i>	
ҚАЗАҚ МӘТІНІН ЖАЛПЫЛАУ ӘДІСТЕРІ.....	316
<i>Сейтказинова А.Е., Досхожаев А.С., Матжанов О.К., Сколубович Ю.Л., Войтов Е.Л.</i>	
СУДЫҢ ЖӘНЕ АТМОСФЕРАНЫң ЛАСТАНУ ҚАУПІН АНЫҚТАУ.....	318
<i>Тайсариеva К.Н., Туребекова Г.З., Сагитова Г.Ф., Алтамысова Г.Б., Исаев Г.И.</i>	
ТЕХНИКАЛЫҚ РЕЗЕҢКЕЛЕРДЕ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ЦЕОЛИТТЕРДІ ҚОЛДАНУ .....	324
<i>Хұ Вен-Цен, Жұкабаева Т.К., Абдилаева А.А.</i>	
РОБОТ ЖҮЙЕСІНІҢ БАҒДАРЛАМАЛАРЫН ТАЛДАУ .....	330
<i>Маликова Ф.У., А.К. Сагинаева, Н.Ж. Жанат, Б.Б. Тусупова, А.К. Жунусхан</i>	
ПАЙДАЛАНУШЫЛАРДЫ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ АУТЕНТИФИКАЦИЯЛАУДЫҢ ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ЖҮЙЕЛЕРІ: НЕГІЗГІ ПРОБЛЕМАЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАҢҒЫРТУ БАҒЫТТАРЫ.....	335
<i>Жұкабаева Т., Жұмабаева Л., Абдилаева А.</i>	
ПЕТРИ ЖЕЛІЛЕРІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, МҰНАЙДЫ БАСТАПҚЫ ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ .....	340
<i>Канап М.Б., Шортанбаева Ж.К.</i>	
ҚАЗАҚСТАНДА ШАҒЫН ҚЕСІПОРЫНДАРДЫҢ БӘСЕКЕГЕ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН СТРАТЕГИЯЛЫҚ ЖОСПАРЛАУДЫ ЕҢГІЗУ	344
<i>Токтамысова М.Т., Усенов Е.А., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Данияров Т.Т., Рамазанов Т.С.</i>	
ТӨМЕН ТЕМПЕРАТУРАЛЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ ҚЫСЫМ ПЛАЗМАСЫН ҚОЛДАНЫП ЖҰҚА ҚАБЫҚТАРДЫ АЛУ .....	350
<i>Усманова А.М., Бектемесов А.Т., Аманбаев А.А.</i>	
НЫСАНДЫ НАҚТЫ УАҚЫТ ЖҮЙЕСІНДЕ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ БАҚЫЛАУДЫҢ ЕНДІРІЛГЕН ЖҮЙЕСІ.....	356
<i>Сәдірова М.М., Серикқызы М.С., Манап Қ.Р.</i>	
ЕТ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ҚАУПТІ ФАКТОРЛАРДЫ БАҒАЛАУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ .....	361
<i>Тугельбаева К.</i>	
ҚУЫСЫ БАР СЕРПІМДІ-ТҮТҚЫРЛЫПЛАСТИКАЛЫҚ ҚАБАТТА ТОЛҚЫННЫң ТАРАЛАУЫ ЗЕРТТЕУ .....	364

<i>Алимова К.К., Өсербай Ә.К., Сражадинова Ш.Е.</i>	
ҮЙЛЕРДІ ЖЫЛЫТУҒА ЖӘНЕ САЛҚЫНДАТУҒА АРНАЛҒАН ФАНКОЙЛДАР - ЖҰМЫС ТИМДІЛІГІ, МУМКІНДІКТЕРІ, ҚОЛДАНУ САЛАСЫ.....	371
<i>Казбекова Г.Н., Жаннейсова К.Ә., Сагынова А.М., Тұрсынбекова З.Ж.</i>	
СТУДЕНТТИҢ САБАҚ КЕСТЕСІН АВТОМАТТАНДЫРАТЫН БАҒДАРЛАМАНЫ LISTBOX, СОМВОХ, RADIOGROUP КОМПОНЕНТТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ДАЙЫНДАУ.....	375
<i>Казбекова Г.Н., Шураханова К.Ш., Тұрсынбекова З.Ж., Медеев Е.К.</i>	
JAVA-ДА МАССИВТЕРДІ СИПАТТАУ ЖӘНЕ ОЛАРҒА СҮРҮПТАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ.....	379
<i>Донченко С.А., Самойлов К.И.</i>	
БРАЗИЛИЯ ДАМУЫНЫң СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚАЛА ҚҰРЫЛЫСЫНЫң ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	383
<i>Алимова К.К., Сражадинова Ш.Е., Өсербай Ә.К.</i>	
ФИМАРАТТАРДАҒЫ ЖЫЛЫТУ МЕН САЛҚЫНДАТУ ЖҮЙЕЛЕРИНІң ЭНЕРГОУНЕМДЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ.....	387
<i>Бейшірова М.Б.</i>	
КОМПЬЮТЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ (КЖ) АУЫТҚУЛАРДЫ АНЫҚТАУДЫң ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖҮЙЕЛЕРІН ТАЛДАУ .....	390
<i>Асқарбеков Э.Б., Амхадов Э., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К.</i>	
ҚАРБЫЗДЫ ШИКІ-СПИТТИҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ САПАСЫН ЖАҚСАРТУ ТӘСІЛДЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	397
<i>Омаров Г.С., Джурунтаев Д.З., Фесенко А.</i>	
КЕЗ КЕЛГЕН CRYPTOCURRENCY ҮШІН BLOCKCHAIN EXPLORER.....	403
<i>Уразалинов В.О., Муханова А.А., Исламова А.А., Маханов М., Есенова М.Б.</i>	
АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ТӘУЕКЕЛІН БАҒАЛАУ КЕЗЕҢДЕРІНЕ ШОЛУ.....	408
<i>Баймуратов О.А., Баядилова Г.Д., Омарова У.Ш.</i>	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖАС ОТБАСЫЛАРЫНА АРНАЛҒАН ТҮРФЫН ҮЙ БАҒДАРЛАМАЛАРЫН ТАЛДАУ .....	412
<i>Рахимбаев Р.М., Дұзбаев Н.Т., Маматова Г.У., Бекаулов Н.М., Зәкірова Л.З.</i>	
МАШИНАМЕН ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ОҚЫТУШЫМЕН БІРГЕ ҚАРАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫң ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУҒА АРНАЛҒАН МӘЛІМЕТТЕРДІ ТАЛДАУЫ.....	420
<i>Бекаурова Ж.М., Дұзбаев Н.Т., Маматова Г.У., Сүгірбекова А.Қ., Бекаулов Н.М.</i>	
ОҚУ ПРОЦЕСІНІң ЖАҢА МОДЕЛІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП СТУДЕНТТЕРДІН ТРАЕКТОРИЯСЫН ДАРАЛАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН ДАМЫТУ.....	425
<i>Целых А.А., Амандықов Е.Е., Тюканько В.Ю., Савинкин В.В., Дюрягина А.Н.</i>	
БЕТТІК-БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫң ҚАТЫСУЫМЕН ПИГМЕНТТІ ДИСПЕРГИРЛЕУ ПРОЦЕСІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ.....	429
<i>Шакан Я., Құмалақов Б.</i>	
БЛОКЧЕЙН БІЛІМ САЛАСЫНДА: ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА СТУДЕНТТЕРДІҢ БАҒАСЫН БЛОКЧЕЙН АРҚЫЛЫ ҚАЛАЙ БАСҚАРУҒА БОЛАДЫ?.....	433
<i>Сейдахметов Б.К., Калиева Г.К., Конакбай З.Е.</i>	
АВИАЦИЯ САЛАСЫНДАҒЫ КАДРЛЫҚ ӘЛЕУЕТТІң ДАМУ БОЛАШАФЫ.....	438
<i>Бектемисова Г.У., Уатбаев М.М.</i>	
БІРЫҢҒАЙ КЕЗЕКШІЛК-ДИСПЕТЧЕРЛІК ҚЫЗМЕТТІ ӘЗІРЛЕУ .....	442
<i>Ашикова Б.А., Бейсенова Р.Р.</i>	
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ТЕМІР ЖОЛ ҚӨЛІГІН ПАЙДАЛАНУДЫң ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТИЛЕРІ.....	447
<i>Кекілбаева Г.Р., Жылбыаева Н.К., Танирбергенова С.К.</i>	
ӨСУ СТИМУЛЯТОРЛАРЫНЫң ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ӨНІМІНІң САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ.....	451
<i>Шоланов К.С., Исаева Ж.Р.</i>	
ТОЛҚЫНДЫҚ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫң ҚҰБЫЛЫСЫН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ТҮРДЕ БАСҚАРУДЫң АЛГОРИТМІН ЖАСАУ.....	456
<i>Исламова А.А., Муханова А.А., Өтегенова А.Е.</i>	
МАЛ АУРУЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУДЫң САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕСІ .....	463
<i>Юсупов Х.А., Омарбеков Е.У.</i>	
СОРҒЫ ҰҢҒЫМАЛАРЫНЫң АҒЫН ЖЫЛДАМДЫҒЫНА «СОРҒЫШ ҰҢҒЫМАЛАР» ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫң ӘСЕРІ.....	468
<i>Солошенко А.В., Туржанова К.М., Байкенов А.С.</i>	
ӨЗІН-ӨЗІ ҰЙЫМДАСТАРДАРЫН ЖЕЛІ (SON) АЛГОРИТМДЕРІН ҮШІНШІ ҰРПАҚТЫң МОБИЛЬДІ ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ҚОЛДАНУ ТИМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ .....	473

<i>Турарова М.К., Модин И.Н., Миргалиқызы Т.</i>	
КАЛУГА АЙМАҒЫНЫҢ «ОПАКОВ» ЕСКІ ҚАЛАШЫҒЫНДАҒЫ ЭЛЕКТРЛІК ТОМОГРАФИЯМЕН ЗЕРТТЕУ ДЕРЕКТЕРИН 2D ИНВЕРСИЯЛАУ ЖӘНЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ.....	480
<i>Туржанова К.М., Конышин С.В., Солощенко А.В.</i>	
МОБИЛЬДІ ЖЕЛІ ҚЫЗМЕТІНІҢ ТИМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ NB-ІОТ ТАР ЖОЛАҚТЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ 4G БАЙЛАНЫСЫ СПЕКТРДІ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТҮРЛІ СЦЕНАРИЙЛЕРІ УШИН.....	485
<i>Сақан Қ.С., Алғазы К.Т., Дюсенбаев Д.С.</i>	
«QAMAL» ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНІҢ MIXER2 БЛОГІНІҢ ЕСЕПТЕУ ӨНІМДІЛІГІН АРТЫРУДЫҢ КЕЙБІР ТӘСІЛДЕРІ .....	492
<i>Каналова Н., Варенников А.</i>	
ПЕПЖ НЕГІЗІНДЕ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ КІЛТТЕРДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДЕЛІ.....	499
<i>Дюрягина А.Н., Луценко А.А., Тюканько В.Ю.</i>	
ПОЛИМЕР МОДИФИКАТОРЛАРЫНЫҢ ДИСПЕРСТІ ӘСЕРІН ТАЛДАУ УШИН КОМПЬЮТЕРЛІК-МИКРООПТИКАЛЫҚ ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ.....	505
<i>Макұлбекова Г., Кочеров Е., Пивоваров А., Кенжалиева Г., Мамитова А.</i>	
ЖЫЛУОҚШАУЛАУЫШ ЖӘНЕ ӨРТ ҚАУПСІЗ КЕРАМОГРАНУЛЯТТАР АЛУ МАҚСАТЫНДА ҚЫҢҒЫРАҚ-КЕЛЕС КЕНОРНЫ БЕНТОНИТТІ САЗДАРЫ МЕН ЖЭС КҮЛДЕРІНІҢ БІРІККЕН ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ.....	511
<i>Оралбаев С.Ж., Жетпейсов М.Т., Илямов Х.М., Бисекен А.Б., Сапарбаев Е.Т.</i>	
ИІНДІ БІЛІКТІҢ МОЙЫНШАЛАРЫН ӘЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТӘСІЛМЕН ЖАҢАРТУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ АЛҒЫШАРТТАРЫ .....	516
<i>Исахов А.А., Тонг Яңғ., Байтүрекеев А.Р.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЭКИБАЗТУСКОЙ ГРЭС-1 В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	522
<i>Колисниченко С.Н., Савинкин В.В., Колисниченко С.В., Киселев Л.А., Кузнецова В.Н.</i>	
БҮРҒЫЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫ СОРҒЫСЫНЫҢ РЕСУРСЫН ЫСТЫҚҚА ТӨЗІМДІ САҚИНАЛАРМЕН БІЛКТЕР МОЙЫДАРЫНЫҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРИН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ ЖОЛЫМЕН АРТЫРУ .....	530
<i>Шульц Р., Солтабаева С., Сейтказина Г.</i>	
СПОРТТЫҚ ҮЙМЕРЕТТЕРДІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУДЫҢ ДӘЛДІГІН АЛДЫН-АЛА ЕСЕПТЕУДІ ОРЫНДАУДЫҢ ЖАЛПЫ ТӘСІЛДЕМЕСІ.....	534
<i>Айнабекова С.С., Шеров К.Т., Габдысалық Р., Доненбаев Б.С., Сатыбалды Ж.Ж.</i>	
ӨНДЕУ ПРОЦЕСІНІҢ ҚАЛЫПТАСУ ҰАҚЫТЫНА КЕСУДІҢ ӘРТҮРЛІ РЕЖИМІНДЕ ДИСКІЛІ АРА ГЕОМЕТРИЯСЫНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ .....	541
<i>Тусупова С.О., Шеров К.Т., Иманбаев Е.Б., Имашева К.И., Габдысалық Р.</i>	
ӘРТҮРЛІ БАЛҚЫМА МАТЕРИАЛДАРМЕН БАЛҚЫМАЛАП ҚАПТАСТАРЫЛГАН ҚАБАТТАРДЫҢ САПАСЫН МЕТАЛЛОГРАФИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ .....	547

### **Физика-математика ғылымдары**

<i>Жақабаев З.Ж., Турлыкожаева Да.А., Усіпов Н.М.</i>	
НАНОҚҰРЫЛЫМДЫ ШАЛАӨТКІЗГІШТЕРДЕГІ БЕЙСЫЗЫҚ ФРАКТАЛДЫҚ ӨЛШЕМІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ХАОСЫ.....	555
<i>Тугельбаева Г.К.</i>	
ҚАТТЫ НЕГІЗДЕГІ ҚУЫСЫ БАР СЕРПІМДІ ҚАБАТТЫҢ КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ КҮЙІ.....	559
<i>Баймурзина А.А., Луцак С.М.</i>	
“ДИСКРЕТТІК МАТЕМАТИКА” БӨЛІМІ БОЙЫНША САБАҚТАРҒА МУЛЬТИМЕДИЯЛЫҚ СҮЙЕМЕЛДЕУДІ ӘЗІРЛЕУ .....	567
<i>Қазиев Ф.З., Таурбекова А.Ә., Доштаев К.Ж.</i>	
БЛОКТЫ-СИММЕТРИЯЛЫ ЕСЕПТЕШЕШУ АЛГОРИТМІНЕ ТАЛДАУ ЖУРГІЗУ .....	576
<i>Еділбаев Б.Т., Бренер А.М., Шоқанова А.Ш., Анарбекова Г.Ж., Әблілқасымова А.Е.</i>	
ӨНДРІСТИК ЖҮЙЕЛЕР ДИНАМИКАСЫНЫҢ ТRENДТЕРИН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	580
<i>Темірханова А.М., Омарбаева Б.К.</i>	
КВАЗИСЫЗЫҚТЫ ДИСКРЕТТІ ОПЕРАТОРЛАРДЫҢ БІР КЛАССЫНЫҢ САЛМАҚТЫ БАҒАЛАУЫНЫҢ БІР ЖАҒДАЙЫ $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$ .....	588
<i>Жетенбаев Н.Т., Юсупова Г.С., Бастыкова Н.Х.</i>	
ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУ ЖҰМЫСТАР НӘТИЖЕЛЕРИН «ИНЕРЦИЯЛЫҚ ТЕРМОЯДРОЛЫҚ СИНТЕЗ ТЫҒЫЗ ПЛАЗМАСЫ ФИЗИКАСЫ ТАҢДАУЛЫ СУРАҚТАРЫ» ЭЛЕКТРОНДЫ АРНАЙЫ КУРСЫНА ЕНГІЗУ .....	595

<i>Шайхова Г.Н., Кутум Б.Б., Рахимжанов Б.К.</i>	
ГАРДНЕР ТЕҢДЕУІНДЕГІ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ДИНАМИКАСЫ.....	598
<i>Жұмадиллаева М. Е., Алтысбай М.К., Алимгазинова Н. Ш.</i>	
АЛЫП-ФАЛАМШАР ЮПИТЕР АТМОСФЕРАСЫНЫң ФОТОГРАФИЯЛЫҚ БЕЙНЕЛЕРІНІң БЕЙСЫЗЫҚ ТАЛДАУЫ.....	602
<i>Өтесов Э.Б., Өтесова Г.І.</i>	
АЛҒАШҚЫ ШАРТТАРЫ НИКОЛЬСКИЙ КЛАСТАРЫНДА ЖАТАТЫН КЛЕЙНА – ГОРДОН ТЕҢДЕУІНІң ШЕШІМДЕРІН $L^{\infty,\infty}$ МЕТРИКАСЫНДА ОПТИМАЛДЫ ДИСКРЕТИЗАЦИЯЛАУ ТУРАЛЫ.....	608
<i>Усманов Қ.И., Назарова К.Ж., Жаппар А.С.</i>	
ИМПУЛЬСТЫ ШЕТТІК ШАРТТЫ ПАРАМЕТРЛІ ИНТЕГРАЛДЫҚ–ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІН ПАРАМЕТРЛЕУ ӘДІСІМЕН ШЕШУ .....	617

### **Химия-металлургия ғылымдары**

<i>Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменшинова М.Б.</i>	
ПОЛИМЕТАЛЛ КЕНДЕРІНІң ҰСАҚТАЛУЫНА АЛДЫН АЛА КОНЦЕНТРАЦИЯЛАУДЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	623
<i>Кононов А.В., Дүйсебаев Б.О., Гончаренко С.Н., Кетегенов Т.А.</i>	
УЛЬТРАДЫбыстың ӘСЕРІМЕН ЖЕРАСТЫ ҰҢҒЫМАЛЫ СІЛТІЛЕУ ӘДІСІМЕН УРАН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕ ИОН АЛМАСУ ПРОЦЕСТЕРІН ҚАРҚЫНДАТУ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕГЕ. УЛЬТРАДЫбыстың ИОН АЛМАСУ ШАЙЫРЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ .....	628
<i>Колесников А.С., Жакипбаев Б.Е., Жаникулов Н.Н., Колесникова О.Г., Кураев Р.М.</i>	
МЫРЫШТЫ БӨЛУ АРҚЫЛЫ ЦЕМЕНТ КЛИНКЕР СИНТЕЗІНІң КЕШЕНДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ ПРОЦЕСІНДЕ ТЕХНОГЕНДІК ЖӘНЕ МИНЕРАЛДЫҚ ШИКІЗАТТЫ ҚОЛДАНУ .....	635
<i>Есенгалиев Д.А. , Исаголов А.З., Байсанов С.О., Байсанов А.С., Заякин О.В.</i>	
МЕТАЛЛОТЕРМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕҢ ТАЗАРТЫЛҒАН ФЕРРОМАРГАНЕЦТІҢ БАЛҚУЫ КЕЗІНДЕГІ МАРГАНЕЦТІң ТОТЫҚСЫЗДАНУ ПРОЦЕСІНІң ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	638
<i>Дүзелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р.</i>	
НЕГІЗДІК ОРТАДАҒЫ ЖҮН ШАЙЫРЫ ГИДРОЛИЗІНІң ОҢТАЙЛЫ ШАРТТАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	643
<i>Көлдеев Е.І., Бондаренко І.В., Темирова С.С., Алтыбаева Д.Х.</i>	
СУТЕГІ СУЛЬФИДІНЕҢ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУҒА АРНАЛҒАН ТЕМІРЛІ ДИАТОМИТ ЖӘНЕ СІЛТІ РАГЕНТТЕРІНІң НЕГІЗІНДЕ КҮРДЕЛІ КОАГУЛЯНТТЫ АЛУ МУМКІНДІГІ.....	647
<i>Байбатша А.Б., Бекботаева А.А. Тұрысбекова Г.С., Бектай Е.К.</i>	
МЫС РУДАСЫН БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫң МИНЕРАЛДЫҚ ЖӘНЕ ГРАНУЛОМЕТРИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН БИОШАЙМАЛАУ ҮШІН ЗЕРДЕЛЕУ .....	652
<i>Аймаганбетова З.К., Шұнкеев Ш.К.</i>	
СІЛТІЛІ ГАЛОИДТЫ КРИСТАЛДАРДАҒЫ МЕНШІКТІ ЖӘНЕ ҚОСПАЛЫ АҚАУЛАР .....	659
<i>Халдаров Н.Х., Егембердиева С.Ж., Рахимкулов А.Г., Рахимов М.Н., Килибаева А.Е.</i>	
МОЛЕКУЛАДАҒЫ ҚАҢЫҚПАҒАН БАЙЛАНЫСТАРДЫ СУТЕГІМЕН ГИДРЛЕУ .....	665
<i>Халдаров Н.Х., Егембердиева С.Ж., Рахимкулов А.Г., Килибаева А.Е.</i>	
КАТАЛИЗАТОР АТОМДАРЫ МЕН СУТЕГІ МОЛЕКУЛАРЫНЫң ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫСТАРЫНЫң ЖЫЛУ АКТИВАЦИЯСЫ.....	669
<i>Сиргетаева Г.Е., Байсанов А.С., Жолдубаева Ж.Д., Мажитова Л.А., Смагулова Ж.Б.</i>	
КҮЙДІРІЛГЕН МАГНИТТІ МАРГАНЕЦ БРИКЕТТЕРІНЕҢ БАЛҚЫТЫЛҒАН АЛДЫҢҒЫ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЕЦ ПЕН МАРГАНЕЦ ЛИГАТУРАСЫН МЕТАЛЛОГРАФИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ .....	672
<i>Кливенко А., Касымова Ж., Мусабаева Б., Оразжанова Л., Нуртасов Ш.</i>	
ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ КЕШЕНІН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ ТОПЫРАҚТЫ ҚҰРЫЛЫМДАУ ҮШІН НАТРИЙ АЛЬГИНАТЫМЕН ХИТОЗАНА .....	677
<i>Есенаманова А.Б., Мусабаева Б.Х., Касымова Ж.С., Кливенко А.Н., Оразжанова Л.К.</i>	
ИНТЕРПОЛИМЕРЛІК КЕШЕНДЕРДІ СИНТЕЗДЕУ ҮШІН БИОПОЛИМЕРЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУ	684

## СОДЕРЖАНИЕ

### Науки о Земле

<i>Мамадиев М.Д., Курбаниязов С.К., Изенбаев Б.Ж., Абдімутталіп Н.А., Абрасилов А.А.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПЕСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШОКТАС....	3
<i>Курбаниязов С.К., Мамадиев М.Д., Изенбаев Б.Ж., Эбдімутталіп Н.Ә., Беасарова Ш.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШОКТАС, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	7
<i>Мамадиев М.Д., Курбаниязов С.К., Изенбаев Б.Ж., Эбдімутталіп Н.Ә.</i>	
СВОЙСТВА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАОЛИНОВОЙ ГЛИНЫ.....	11
<i>Жумай Е., Курманбаева А.С., Хусаинов А.Т., Агайдарова А.А., Баязитова З.Е.</i>	
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА БЕЛОЕ (АККУЛЬ) ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА КОКШЕТАУ .....	15
<i>Акбасова А.Ж., Есенбаева Ж.</i>	
ВЕРМИТЕХНОЛОГИЯ-СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОЙ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	21
<i>Хусаинов А.Т., Абдрахманова К.М., Курманбаева А.С., Фахруденова И.Б., Баязитова З.Е.</i>	
РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «БУРАБАЙ».....	26
<i>Абетов А.Е., Ниязова А.Т., Абетова С.А.</i>	
ЮРСКИЙ ЭТАП В ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-УСТИОРТСКОГО РЕГИОНА.....	33
<i>Даулбаева А.Н.</i>	
ВЛИЯНИЕ ОСОБЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА В ГОРОДЕ АЛМАТЫ .....	41
<i>Евлоева Х.С., Атабаева С.Д., Диоренко С.В., Алыбаева Р.А., Камишыбаева Г.К.</i>	
СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА И КАЛЬЦИЯ В НЕКОТОРЫХ СОРТАХ СОИ.....	46
<i>Акашова А.С., Дүйсебаева К.Ж., Аубакирова Г.Б., Бакирбаева П.А., Екейбаева Д.П.</i>	
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.....	50
<i>Айдосов А., Баямирова Р.У., Тогашева А.Р., Жолбасарова А.Т., Кунаева Г.Е.</i>	
ОЦЕНКА ЭКОЛОГО - ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ДИНАМИКЕ ПО РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН И ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	53
<i>Есенгелди А., Абдурова А.А., Куприянов А.Н., Изтлеуов Г.М., Мошколов Б.М., МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЦЕЛЯХ ОХРАНЫ РЕДКИХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ.....</i>	61
<i>Исагалиева А.К.</i>	
СОСТОЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЮГА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ.....	66
<i>Арынова Ш.Ж., Рихванов Л.П., Корогод Н.П.</i>	
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ КАРБОНАТОВ	75
<i>Павлодарской области.....</i>	
<i>Дарибаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Кутжанова А.Н., Сыргабаева Ә.С.</i>	
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КЕНТАУ-ТУРКЕСТАНСКОГО РЕГИОНА....	78
<i>Дарибаев Ж.Е., Дарибаева Н.Г., Кутжанова А.Н., Сыргабаева Ә.С.</i>	
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА ЗОЛЫ КЕНТАУСКОЙ ТЭЦ.....	85
<i>Шайыахмет Т.К.</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В 3D СРЕДЕ.....	90

### Технические науки

<i>Конакбай З.Е., Асильбекова И.Ж., Абжанбарова А.</i>	
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗАГРУЗКИ БАГАЖА - BRS В ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСАХ.....	98
<i>Юсупова Л.Х., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р.</i>	
РЕЗУЛЬТАТЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТОП ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА	
СООБЩЕНИЕ 1	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ СТОП МУЖСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ.....	104

*Юсупова Л.Х., Мунасипов С.Е., Соколовский А.Р.*

РЕЗУЛЬТАТЫ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТОП ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА

СООБЩЕНИЕ 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РАЗМЕРНЫМИ ПРИЗНАКАМИ СТОП.....	110
<i>Уразалинов В.О., Муханова А.А., Маханов М., Сатаев Б.О.</i>	
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	117
<i>Котов Е.С., Вяткин В.</i>	
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ПОДСТАНЦИИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА.....	122
<i>Кадиркулов К.К., Исмаилова А.А., Солтан Г.Ж., Муханова А.А., Маханов М.</i>	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОТКЛОНЕНИЙ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	127
<i>Жақан А.Е., Мусапирова Г.Д.</i>	
МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ (СТРУКТУРИЗАЦИИ) БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА И ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ.....	134
<i>Солововник А., Байбусинова А., Кудабаева Д.</i>	
ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПОЛЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ НА ИНТЕРВАЛЕ 2013-2019 ГОДОВ.....	138
<i>Оразбаев Б.Б., Зинаагабденова Д.Р., Оразбаева К.Н., Тулеуова Р.У., Ашиим Ж.</i>	
ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА И БАЛАНСА ГАЗА И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ .....	144
<i>Мауленов К.С., Кудубаева С.А.</i>	
ЗАДАЧА РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО.....	151
<i>Мауленов К.С., Кудубаева С.А.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ПОИСКА И РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ.....	155
<i>Кунакбаев Т.О., Толебеков С.К., Танашева Н.К.</i>	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОНОМНОЙ КОМПАКТНОЙ ТРЕХЭТАЖНОЙ ГИБРИДНОЙ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	160
<i>Жекеева С.С., Кожахметова Р.Н.</i>	
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ.....	165
<i>Сарiev О.Р., Алмагамбетов М.С., Нургали Н.З., Эбдирашит А.М., Келаманов Б.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ШЛАКОВ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСПЛАВОВ ИЗ КАЗАХСТАНСКИХ РУД.....	171
<i>Калдыбаева Г.Ю., Елдияр Г.К., Набиева И.А., Кадирова Д.Н.</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АССОРТИМЕНТА ТКАНЕЙ С РЕЛЬЕФНЫМИ РИСУНКАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МУЖСКИХ СОРОЧЕК.....	175
<i>Исмаилов Б.Р., Бесбаев Г.А., Исмаилов Х.Б., Изтаев Ж.Д.</i>	
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕВОЗОК ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	179
<i>Уразбеков А.К., Доштаев К.Ж., Таурбекова А.А.</i>	
БЕССТЫКОВОЙ ПУТЬ: ЗАДАЧА БЛИЖАЙШЕЙ ПЕРСПЕКТИВЫ.....	187
<i>Бияшев Р.Г., Сериков С.А.</i>	
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА К БАЗАМ ДАННЫХ МНОГОУРОВНЕВОЙ ЗАЩИТЫ.....	191
<i>Киселева О.В., Мараткызы К.</i>	
МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ.....	198
<i>Амиргалиев Е.Н., Кунелбаев М.М., Калижанова А.У., Едилхан Д., Козбакова А.Х.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОСИФОННОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	204
<i>Амиргалиев Е.Н., Юнусов Р., Мерембаев Т., Едилхан Д.</i>	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ С СЕТИ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРОВ....	211
<i>Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Немасиова А.Н., Сарбаев С.Ш., Нуржусаубаев М.М.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА СТАНЦИИ АЛТЫНКОЛЬ.....	217
<i>Айкумбеков М.Н., Камзина А.Д., Немасиова А.Н., Сарбаев С.Ш., Нуржусаубаев М.М.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	221
<i>Мараткызы К., Киселева О.В.</i>	
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ 4G И 5G В КОНТЕКСТЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	226

<i>Оразбаев Б.Б., Ж.Е. Шангитова, Касенова Л.Г., Оразбаева К.Н, Коданова Ш.К.</i>	
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....	229
<i>Мусабек Г.К., Диханбаев К.К., Амирханова Г.А.</i>	
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ZNO, ЛЕГИРОВАННЫХ AL.....	237
<i>Алимова М.А., Жексебай Д.М., Ибраимов М.К.</i>	
ЭНТРОПИЙНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ.....	242
<i>Шарипбай А.А., Бейбитхан Е.</i>	
НОВЫЙ ПОДХОД ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА В ЛАТИНСКОМ АЛФАВИТЕ.....	245
<i>Лахно В.А., Картаев Т.С., Тогжанова К.О., Ахметов Б.Б.</i>	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....	251
<i>Оразбаев Б.Б., Танирбергенова А.А., Оразбаева К.Н., Тулеуова Р.У., Курмангазиева Л.Т.</i>	
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОЛОНН И ПЕЧИ БЛОКА ГИДРООЧИСТКИ НА ОСНОВЕ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА.....	261
<i>Абыканова Б.Т., Сариева А.К., Кабиден К.Б., Мурынов Б.А.</i>	
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ.....	269
<i>Мустафин М.А., Фали К.О., Жаркымбекова М.Б.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ОБМОТКЕ СТАТОРА.....	274
<i>Тулегулов А.Д., Жармаганбетова Г.М., Ергалиев Д.С., Эбдирашев О.К., Омаркулова Г.Ш.</i>	
МОДЕЛЬ ОРБИТАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С УЧЕТОМ ЭЛЛИПТИЗМА.....	279
<i>Утебаева Д.</i>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ АКУСТИЧЕСКОЙ СИГНАТУРЫ.....	284
<i>Букаев Е.З., Кенжетаев Г.Ж., Серикбаева А.К., Муталибова Г.К.</i>	
ПРОЦЕССЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ СТЕНОВОГО КАМНЯ .....	291
<i>Иванов А.И., Куприянов Е.Н., Туреев С.В., Ахметов Б.Б., Алимсейтова Ж.К., Мукапил К.</i>	
НЕЙРОСЕТЕВОЕ ОБОБЩЕНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МАЛЫХ ВЫБОРОК БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	300
<i>Нургожина А.Т., Алимбаев Ч.А., Алимбаева Ж.Н., Баянбай Н.А., Ожикенов К.А.</i>	
НЕЙРОСЕТЕВОЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА КАРДИОСИГНАЛОВ.....	308
<i>Тайсариеva К.Н., Сагитова Г.Ф., Ташимуратова Д.Р., Шуханова Ж.К.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ НА СВОЙСТВА НЕФТЯНОГО ДОРОЖНОГО БИТУМА.....	312
<i>Ерланулы А., Султанова Н., Кожахмет К.</i>	
МЕТОДЫ ОБОБЩЕНИЯ КАЗАХСКОГО ТЕКСТА.....	316
<i>Сейтказинова А.Е., Досхожаев А.С., Матжанов О.К., Сколубович Ю.Л., Войтов Е.Л.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И АТМОСФЕРЫ.....	318
<i>Тайсариеva К.Н., Туребекова Г.З., Сагитова Г.Ф., Алпамысова Г.Б., Исаев Г.И.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗИНАХ.....	324
<i>Ху Вен-Цен, Жукабаева Т.К., Абдилдаева А.А.</i>	
АНАЛИЗ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ РОБОТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	330
<i>Маликова Ф.У., Сагинаева А.К., Жанат Н.Ж., Тусупова Б.Б., Жунусхан А.К.</i>	
СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ+ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ.....	335
<i>Жукабаева Т., Жумабаева Л., Абдилдаева А.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЕЙ ПЕТРИ.....	340
<i>Канап М.Б., Шортанбаева Ж.К.</i>	
ВНЕДРЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЗАХСТАНЕ.....	344
<i>Токтамысова М.Т., Усенов Е.А., Досбалаев М.К., Габдуллин М.Т., Данияров Т.Т., Рамазанов Т.С.</i>	
ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ.....	350
<i>Усманова А.М., Бектемесов А.Т., Аманбаев А.А.</i>	
ВСТРОЕННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ .....	356

<i>Садирова М.М., Сериккызы М.С., Манап К.Р.</i>	
ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ.....	361
<i>Тугельбаева К.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В УПРУГО-ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОМ СЛОЕ С ПОЛОСТЬЮ.....	364
<i>Алимова К.К., Өсербай Ә.К., Сражадинова Ш.Е.</i>	
ФАНКОЙЛЫ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ – ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ, ВОЗМОЖНОСТИ, СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ.....	371
<i>Казбекова Г.Н., Жаннейсова Қ.Ә., Сагынова А.М., Турсымбекова З.Ж.</i>	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ РАСПИСАНИЯ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОНЕНТОВ LISTBOX, COMBOBOX, RADIOGROUP.....	375
<i>Казбекова Г.Н., Шураханова К.Ш., Турсымбекова З.Ж., Медеуов Е.К.</i>	
ОПИСАНИЕ МАССИВОВ В JAVA И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДЛЯ СОРТИРОВКИ .....	379
<i>Донченко С.А., Самойлов К.И.</i>	
АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ г. БРАЗИЛИА	383
<i>Алимова К. К., Сражадинова Ш.Е., Өсербай Ә.К.</i>	
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ.....	387
<i>Ыдырышбаева М.Б.</i>	
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ (КС).....	390
<i>Аскарбеков Э.Б., Амхадов Э., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АРБУЗНОГО СПИРТА-СЫРЦА.....	397
<i>Омаров Г.С., Джурунтаев Д.З., Варнавский А.В.</i>	
БЛОКЧЕЙН ЭКСПЛОРЕР ДЛЯ ЛЮБОЙ КРИПТОВАЛЮТЫ.....	403
<i>Уразалинов В.О., Муханова А.А., Исмаилова А.А., Маханов М., Есенова М.Б.</i>	
ОБЗОР ЭТАПОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....	408
<i>Баймуратов О.А., Баядилова Г.Д., Омарова У.Ш.</i>	
АНАЛИЗ ПРОГРАММ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИЛЬЯ В КАЗАХСТАНЕ ДЛЯ МОЛОДЫХ СЕМЕЙ.....	412
<i>Рахимбаев Р.М., Дұзбаев Н.Т., Маматова Г.У., Бекаулов Н.М., Закирова Л.З.</i>	
ОБЗОР МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С УЧИТЕЛЕМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	420
<i>Бекаурова Ж.М., Дұзбаев Н.Т., Маматова Г.У., Сугирбекова А.К., Бекаулов Н.М.</i>	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОЙ МОДЕЛИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.....	425
<i>Целых А.А., Амандалиев Е.Е., Тюканько В.Ю., Савинкин В.В., Дюрягина А.Н.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ПИГМЕНТА В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	429
<i>Шакан Я., Кумалаков Б.</i>	
БЛОКЧЕЙН В ОБРАЗОВАНИИ: КАК УПРАВЛЯТЬ СТУДЕНЧЕСКИМИ КРЕДИТАМИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРЕЗ БЛОКЧЕЙН?.....	433
<i>Сейдахметов Б.К., Калиева Г.К., Конакбай З.Е.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ .....	438
<i>Бектемисова Г.У., Уатбаев М.М.</i>	
РАЗРАБОТКА ЕДИНОЙ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ.....	442
<i>Ашикова Б.А., Бейсенова Р.Р.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.....	447
<i>Кекілбаева Г.Р., Жылыбаева Н.К., Танирбергенова С.К.</i>	
ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	451
<i>Шоланов К.С., Исаева Ж.Р.</i>	
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАССОЙ ПОПЛАВКА ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	456
<i>Исмаилова А.А., Муханова А.А., Өтегенова А.Е.</i>	
ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ ЖИВОТНЫХ.....	463
<i>Юсупов Х. А., Омарбеков Е. У.</i>	
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «НАСОСНЫХ СКВАЖИН» НА ДЕБИТ ОТКАЧНЫХ СКВАЖИН.....	468

<i>Солощенко А.В., Туржанова К.М., Байкенов А.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ (SON) НА СЕТЯХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ.....	473
<i>Турапова М.К., Модин И.Н., Миргаликызы Т.</i>	
2D ИНВЕРСИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИЕЙ В ГОРОДИЩЕ «ОПАКОВ» КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	480
<i>Туржанова К.М., Коньшин С.В., Солощенко А.В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 4G ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЗКОПОЛОСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРА.....	485
<i>Сақан Қ.С., Алғазы Қ.Т., Дюсенбаев Д.С.</i>	
О НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ БЛОКА MIXER2 АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ «QAMAL» .....	492
<i>Капалова Н., Варенников А.</i>	
МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИМИ КЛЮЧАМИ НА ОСНОВЕ НПСС.....	499
<i>Дюрягина А.Н., Луценко А.А., Тюканко В.Ю.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНО-МИКРООПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ АНАЛИЗА ДИСПЕРГИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МОДИФИКАТОРОВ.....	505
<i>Макулбекова Г.О., Кочеров Е.Н., Пивоваров А.А., Кенжалиева Г.Д., Мамитова А.Д.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОВМЕСТНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН КЫНГЫРАК-КЕЛЕССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЗОЛЫ ТЭС С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ КЕРАМОГРАНУЛЯТОВ.....	511
<i>Оралбаев С.Ж., Жетпейсов М.Т., Илямов Х.М., Бисекен А.Б., Сапарбаев Е.Т.</i>	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ.....	516
<i>Исахов А.А., Тонг Янг, Байтуреева А.Р.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ЭКИАЗТУСКОЙ ГРЭС-1 В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	522
<i>Колисниченко С.Н., Савинкин В.В., Колисниченко С.В., Киселев Л.А., Кузнецова В.Н.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА НАСОСА БУРОВОЙ УСТАНОВКИ ПУТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШЕЕК ВАЛОВ ТЕРМОУПРОЧНЕННЫМИ КОЛЬЦАМИ....	530
<i>Шульц Р., Солтабаева С., Сейтказина Г.</i>	
ОБЩИЙ ПОДХОД К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	534
<i>Айнабекова С.С., Шеров К.Т., Габдысалык Р., Доненбаев Б.С., Сатыбалды Ж.Ж.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ДИСКОВОЙ ПИЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РЕЗАНИЯ НА ВРЕМЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ.....	541
<i>Тусупова С.О., Шеров К.Т., Иманбаев Е.Б., Имашева К.И., Габдысалык Р.</i>	
МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА НАПЛАВОЧНЫХ СЛОЕВ ПРИ НАПЛАВКЕ РАЗЛИЧНЫМИ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	547

#### **Физико-математические науки**

<i>Жаңабаев З.Ж., Турлыкожаева Д.А., Усипов Н.М.</i>	
ДИНАМИЧЕСКИЙ ХАОС НЕЛИНЕЙНОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ МЕРЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ.....	555
<i>Тугельбаева Г.К.</i>	
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМЫЕ СОСТОЯНИЕ УПРУГОГО СЛОЯ С ПОЛОСТЬЮ НА ЖЕСТКОМ ОСНОВАНИИ.....	559
<i>Баймурзина А.А., Луцак С.М.</i>	
РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО РАЗДЕЛУ «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА».....	567
<i>Казиев Г.З., Таурбекова А.А., Доштаев К.Ж.</i>	
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ БЛОЧНО-СИММЕТРИЧНЫХ ЗАДАЧ.....	576
<i>Едилбаев Б.Т., Бренер А.М., Шоканова А.Ш., Анарбекова Г.Д., Абылқасымова А.Е.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТRENДОВ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ.....	580

<i>Темирханова А.М., Омарбаева Б.К.</i>	
ВЕСОВАЯ ОЦЕНКА ОДНОГО КЛАССА КВАЗИЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ ОПЕРАТОРОВ:	
СЛУЧАЙ $0 < q < p \leq \theta < \infty, p > 1$ .....	588
<i>Жетенбаев Н.Т., Юсупова Г.С., Бастыкова Н.Х.</i>	
ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭЛЕКТРОННЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ КУРС «ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ ПЛОТНОЙ ПЛАЗМЫ ИНЕРЦИОННОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА».....	595
<i>Шайхова Г.Н., Кутум Б.Б., Рахимжанов Б.К.</i>	
ДИНАМИКА ВОЛН В УРАВНЕНИИ ГАРДНЕРА.....	598
<i>Жумадиллаева М. Е., Алтысбай М.К., Алимгазинова Н. Ш.</i>	
НЕЛИНЕЙНЫЙ АНАЛИЗ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ АТМОСФЕРЫ ПЛАНЕТЫ-ГИГАНТА ЮПИТЕРА.....	602
<i>Утесов А.Б., Утесова Г.И.</i>	
ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ В МЕТРИКЕ $L^{\infty, \infty}$ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ КЛЕЙНА – ГОРДОНА С НАЧАЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ ИЗ КЛАССОВ НИКОЛЬСКОГО .....	608
<i>Усманов Қ.И., Назарова Қ.Ж., Жаппар А.С.</i>	
РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ИНТЕГРАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СОДЕРДАЩЕЕ ПАРАМЕТР В УРАВНЕНИЙ С ИМПУЛЬСНЫМ КАЕВЫМ УСЛОВНИЕМ МЕТОДОМ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ.....	617

### Химико-металлургические науки

<i>Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменшинова М.Б.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ИЗМЕЛЬЧАЕМОСТЬ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД.....	623
<i>Кононов А.В., Дүйсебаев Б.О., Гончаренко С.Н., Кетегенов Т.А.</i>	
К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ИОНООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА НА ИОНООБМЕННУЮ СМОЛУ....	628
<i>Колесников А.С., Жакипбаев Б.Е., Жаникулов Н.Н., Колесникова О.Г., Кураев Р.М.</i>	
О ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОГЕННОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА С ОТГОНКОЙ ЦИНКА.....	635
<i>Есенгалиев Да. , Исагулов А.З., Байсанов С.О., Байсанов А.С., Заякин О.В.</i>	
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА ПРИ ВЫПЛАВКЕ РАФИНИРОВАННОГО ФЕРРОМАРГАНЦА МЕТАЛЛОТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ.....	638
<i>Дузелбаева С.Д., Касенова Б.А., Ахатова З.С., Конуспаев С.Р.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ГИДРОЛИЗА ШЁРСТНОГО ЖИРА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ.....	643
<i>Кульдеев Е.И., Бондаренко И.В., Темирова С.С., Алтыбаева Д.Х.</i>	
О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО КОАГУЛЯНТА НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗИСТОГО ДИАТОМИТА И ЩЕЛОЧНЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СЕРОВОДОРОДА.....	647
<i>Байбатша А.Б., Бекботаева А.А., Турсыбекова Г.С., Бектай Е.К.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНЫХ РУД ДЛЯ БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ.....	652
<i>Аймаганбетова З.К., Шұнкеев Ш.К.</i>	
СОБСТВЕННЫЕ И ПРИМЕСНЫЕ ДЕФЕКТЫ В ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ.....	659
<i>Халдаров Н.Х., Егембердиева С.Ж., Рахимкулов А.Г., Рахимов М.Н., Килибаева А.Е.</i>	
ВОДОРОДНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ НЕНАСЫЩЕННЫХ СВЯЗЕЙ В МОЛЕКУЛЕ .....	665
<i>Халдаров Н.Х., Егембердиева С.Ж., Рахимкулов А.Г., Килибаева А.Е.</i>	
АТОМЫ КАТАЛИЗАТОРА И ВОДОРОДНАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МОЛЕКУЛ.....	669
<i>Сиргетаева Г.Е., Байсанов А.С., Жолдубаева Ж.Д., Мажитова Л.А., Смагулова Ж.Б.</i>	
МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕДЕЛЬНОГО ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА И МАРГАНЦЕВОЙ ЛИГАТУРЫ, ВЫПЛАВЛЕННЫХ ИЗ ОБЖИГМАГНИТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ БРИКЕТОВ .....	672
<i>Кливенко А.Н., Касымова Ж.С., Мусабаева Б.Х., Оразжанова Л.К., Нұртасов Ш.Е.</i>	
СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА ХИТОЗАНА С АЛЬГИНАТОМ НАТРИЯ ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОЧВЫ.....	677
<i>Есенаманова А.Б., Мусабаева Б.Х., Касымова Ж.С., Кливенко А.Н., Оразжанова Л.К.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	684

## CONTENTS

### Earth sciences

<i>Mamadiyarov M.D., Kurbaniyazov S.K., Izenbaev B.Zh, Abdimytəlip N.A., Abdrasilov A.A.</i>	
COMPREHENSIVE STUDY AND EVALUATION OF THE CONSTRUCTION	
PROPERTIES OF THE SHOKTAS SANDS.....	3
<i>Kurbaniyazov S.K., Mamadiyarov M.D., Izenbaev B.Zh., Abdimytalip N.A., Belasarova Sh.</i>	
RESEARCH OF SHOKTAS SANDS SUITABLE FOR USE IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY.....	7
<i>Mamadiyarov M.D., Kurbaniyazov S.K., Izenbaev B.Zh., Abdimytalip N.A.</i>	
PROPERTIES AND APPLICATION OF KAOLIN CLAY.....	11
<i>Zhumay E., Kurmanbaeva A.S., Khusainov A.T., Agaydarova A.A., Bayazitova Z.E.</i>	
ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF WHITE LAKE (AKKUL) OF	
THE STATE NATIONAL NATURAL PARK KOKSHETAU.....	15
<i>Akbasova A.Zh., Yessenbayeva Zh.</i>	
VERMITECHNOLOGY - A MODERN METHOD FOR THE PRODUCTION OF	
INNOVATIVE MARKETABLE PRODUCTS.....	21
<i>Khussainov A.T., Abdrakhmanova K.M., Kurmanbaeva A.S., Fakhrudanova I.B., Bayazitova Z.E.</i>	
RETROSPECTIVE ANALYSIS AND ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR IN THE	
TERRITORY OF STATE NATIONAL NATURAL PARK "BURABAY".....	26
<i>Abetov A., Niyazova A., Abetova S.</i>	
JURASSIC STAGE OF THE GEOLOGICAL EVOLUTION HISTORY OF THE	
NORTH USTYURT REGION.....	33
<i>Daulbayeva A.N.</i>	
THE INFLUENCE OF SPECIAL METEOROLOGICAL FACTORS ON THE LEVEL OF AIR	
POLLUTION IN THE CITY OF ALMATY.....	41
<i>Yevloyeva Kh.S., Atabayeva S.D., Didorenk S.V., Alybayeva R.A., Kamshybayeva G.K.</i>	
IRON AND CALCIUM CONTENT IN SOME SOY VARIETIES.....	46
<i>Akashova A.S., Duisebaeva K.D., Aubakirova G.B., Bakirbayeva P.A., Yekeibayeva D.P.</i>	
PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF TRANSPORT LOGISTICS IN THE	
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	50
<i>Aydossov A., Bayamirova R.Y., Togasheva A.R., Zholbassarova A.T., Kunayeva G.Y.</i>	
ASSESSMENT OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC SECURITY OF THE INDUSTRIAL	
REGION AND ANALYSIS OF THE STATE OF WATER RESOURCES IN THE REPUBLIC	
OF KAZAKHSTAN AND SOUTH KAZAKHSTAN REGION.....	53
<i>Yessengeldi A., Abduova A., Kupriyanov A., Iztleuov G., Moshkalov B.,</i>	
ENVIRONMENTAL MONITORING FOR THE PROTECTION OF RARE AND	
DECORATIVE PLANTS.....	61
<i>Issagaliyeva A.K.</i>	
STATE OF THE INFORMATION BASE OF GEOPHYSICAL DATA FOR GEODYNAMICAL	
ZONING OF THE SOUTH OF CASPIAN DEPRESSION.....	66
<i>Arynova Sh., Rikhvanov L., Korogod N.</i>	
RELATIONSHIPS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ANTHROPOGENIC	
CARBONATES AND HUMAN HEALTH.....	75
<i>Daribaev Zh.E., Daribaeva N.G., Kutzhanova A.N., Syrgabaeva A.S.</i>	
ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF THE KENTAU-TURKESTAN REGION.....	78
<i>Daribaev Zh.E., Daribaeva, N.G., Kutzhanova A.N., Syrgabaeva A.S.</i>	
ASSESSMENT OF THE IMPACT ON HUMAN HEALTH OF THE ASH OF THE KENTAU CHPP.....	85
<i>Shaiyakmet T.K.</i>	
FORMATION OF THE DATABASE FOR THE EVALUATION OF	
ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF DEPOSITS IN 3D ENVIRONMENT.....	90

### Technical Sciences

<i>Konakbay Z.E., Asilbekova I.J., Abgapbarova A.</i>	
BAGGAGE LOADING CONTROL SYSTEM - BRS IN TRANSPORT COMPLEXES.....	98
<i>Yussupova L.H., Munasipov S.E., Sokolovsky A.R.</i>	
STUDIES OF THE INFLUENCE OF ETHNO-TERRITORIAL FACTORS ON THE	
DISTRIBUTION OF FOOT SIZES.....	104

<i>Yussupova L.H., Munasipov S.E., Sokolovsky A.R.</i>	
DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DIMENSIONAL SIGNS OF STOP .....	110
<i>Urazalinov V., Mukhanova A., Makhanov M., Sataev B.</i>	
RISK ASSESSMENT MODEL FOR ORGANIZATIONAL INFORMATION SECURITY .....	117
<i>Kotov Y.S., Vyatkin V.</i>	
SIMULATION OF TRANSIENT PROCESSES IN A HIGH-VOLTAGE SUBSTATION IN AN OPEN COAL MINE.....	122
<i>Kadirkulov K., Ismailova A., Soltan G., Mukhanova A., Makhanov M.</i>	
AUTOMATION OF IDENTIFICATION OF DECLINING THE LABORATORY STUDIES RESULTS...	127
<i>Zhan A.E., Musapirova G.D.</i>	
METHODOLOGY FOR DESCRIBING (STRUCTURING) BUSINESS PROCESSES OF A COMMERCIAL BANK AND ITS PRACTICAL APPLICATION.....	134
<i>Solodovnik A., Baibussinova A., Kudabayeva D.</i>	
THE DYNAMICS OF FIELD DEVELOPMENT OF NOCTILUCENT CLOUDS IN THE NORTHERN HEMISPHERE FROM 2013 TO 2019 .....	138
<i>Orazbayev B., Zinagabdenova D., Orazbayeva K., Tuleuova R., Ashim Zh.</i>	
PROBLEMS OF ACCOUNTING AND GAS BALANCE AND APPROACHES TO THEIR SOLUTION..	144
<i>Maulenov K. S., Kudabayeva S. A.</i>	
THE PROBLEM OF FACIAL IMAGE RECOGNITION USING THE MONTE CARLO METHOD.....	151
<i>Maulenov K. S., Kudabayeva S. A.</i>	
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF EXISTING FACE IMAGE SEARCH AND RECOGNITION SYSTEMS.....	155
<i>Kunakbaev T.O., Tolebekov S.K., Tanasheva N.K.</i>	
EXPERIMENTAL RESEARCH OF AN AUTONOMOUS COMPACT THREE-STORY HYBRID WIND FARM'S EFFICIENCY .....	160
<i>Zhekeeva S. S., Kozhakhmetova R. N.</i>	
A CONCEPTUAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL MOBILITY MODELING TECHNOLOGY FOR DISTANCE LEARNING STUDENTS.....	165
<i>Sariev O.R., Almagambetov M.S., Nurgali N.Z., Abdirashit A.M., Kelamanov B.S.</i>	
INVESTIGATION OF ELECTRIC CONDUCTIVITY OF FERROALLOY SLAGS.....	171
<i>Kaldybaeva G.Yu., Eldiyar G.K., Nabieva I.A., Kadirova D.N.</i>	
SUBSTANTIATION OF THE CHOICE FOR ASSORTMENT OF FABRICS WITH RELIEF DRAWINGS FOR MANUFACTURE OF MEN'S SHIRTS.....	175
<i>Ismailov B., Besbayev G., Ismailov Kh., Iztayev Zh.</i>	
CREATING SIMULATION MODELS FOR ORGANIZATION AND OPTIMIZATION OF TRANSPORT LOGISTICS COMPANIES.....	179
<i>Urazbekov A.K., Doshtaev K.ZH., Taurbekova A.A.</i>	
TOWELESS WAY: THE PROBLEM OF THE NEAREST PROSPECTS.....	187
<i>Biyashev R.G., Serikov S.A.</i>	
DEVELOPMENT OF ACCESS CONTROL INFORMATION SYSTEM TO DATABASES OF MULTI-LEVEL PROTECTION .....	191
<i>Kisseleva O., Maratkyzy K.</i>	
WIRELESS TRAFFIC MANAGEMENT MODEL.....	198
<i>Amirgaliyev Y., Kunelbayev M., Kalizhanova A., Yedilkhan D., Kozbakova A.</i>	
MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF THE MAIN PARAMETERS OF THE THERMOSIPHON EFFECT FOR A SOLAR HEAT SUPPLY SYSTEM.....	204
<i>Amirgaliyev Y., Kunelbayev M., Kalizhanova A., Yedilkhan D., Kozbakova A.</i>	
MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF THE MAIN PARAMETERS OF THE THERMOSIPHON EFFECT FOR A SOLAR HEAT SUPPLY SYSTEM.....	211
<i>Amirgaliyev Y., Yunussov R., Merembaev T., Yedilkhan D.</i>	
DESIGNING THE ARCHITECTURE OF DATA STORAGE FROM A HELICOLECTOR NETWORK...	217
<i>Aikumbekov M., Kamzina A., Nemasipova A., Sarbaev S., Nurjaubaev M.</i>	
THE PECULIARITIES OF IMPLEMENTATION OF BUSINESS PROCESSES AT THE STATION ALTYNKOL.....	221
<i>Aikumbekov M., Kamzina A., Nemasipova A., Sarbaev S., Nurjaubaev M.</i>	
PROBLEMS OF BUSINESS PROCESS RESEARCH.....	226
<i>Kiselyova O.V., Maratkyzy K.</i>	
ANALYSIS OF 4G AND 5G TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF INFORMATION SECURITY ....	229
<i>Orazbayev B.B., Shangitova Zh.E., Kassenova L.G., Orazbayeva K.N., Kodanova Sh.K.</i>	
MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION IN THE MANAGEMENT OF OPERATING MODES OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS WITH FUZZY INFORMATION.....	237
<i>Musabek G., Dikhanbayev K., Amirkhanova G.</i>	
MODERN METHODS FOR PRODUCING AL DOPED ZNO THIN FILMS: A REVIEW.....	242

<i>Alimova M.A., Zhixebay D.M., Ibraimov M.K.</i>	
ENTROPY ANALYSIS IN ESTIMATING THE QUALITY OF SPATIAL ELECTROMAGNETIC NOISE.....	245
<i>Sharipbai A.A., Beibitkhan E.</i>	
RECOGNITION OF HANDWRITTEN KAZAKH LANGUAGE IN LATIN ALPHABET BY A DEEP LEARNING APPROACH WITH TENSORFLOW AND CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK.....	251
<i>Lakhno B.A., Kartbaev T.S., Togzhanova K.O., Akhmetov B.B.</i>	
ANALYSIS OF METHODS AND INFORMATION TECHNOLOGIES FOR DYNAMIC PLANNING OF COMPLEX SYSTEMS .....	261
<i>Orazbayev B., Tanirbergenova A., Orazbayeva K., Tuleuova R., Kurmangaziyeva L.</i>	
DEVELOPMENT OF A COMPLEX OF MATHEMATICAL MODELS OF COLUMNS AND FURNACES OF A HYDROCLEANING BLOCK BASED ON THE BASIC INFORMATION OF VARIOUS CHARACTER.....	269
<i>Musabaev B., Sarbaev S., Ursarova A., Zhatkanbaeva E.</i>	
DEVELOPMENT OF CONTAINER TRANSPORTATION IN THE EURASIAN SPACE.....	274
<i>Abyanova B.T., Sariyeva A.K., Kabiden K.B., Murynov B.A.</i>	
PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF OPTIMIZATION OF ENERGY EFFICIENCY OF OPTIMIZATION.....	279
<i>Mustafin M.A., Gali K.O., Zharkymbekova M.B.</i>	
OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF CENTRIFUGAL ASYNCHRONOUS MOTORS TO REDUCE POWER CONSUMPTION IN THE STATOR WINDING.....	284
<i>Tulegulov A., Zharmagambetova G., Ergaliev D., Abdirashev O., Omakulova G.</i>	
MODEL OF THE ORBITAL TRAJECTORY OF THE AIRCRAFT TAKING INTO ACCOUNT ELLIPTICISM.....	291
<i>Utebayeva D.</i>	
EFFECTIVENESS OF THE SYSTEM OF UNMANNED AERIAL VEHICLES DETECTION ON THE BASIS OF ACOUSTIC SIGNATURE.....	300
<i>Ivanov I., Kupriyanov E.N., Tureev S.V., Akhmetov B.B., Alimseitova Zh.K., Mukapil K.</i>	
NEURAL NETWORK GENERALIZATION OF CLASSICAL STATISTICAL CRITERIA FOR PROCESSING SMALL SAMPLES OF BIOMETRIC DATA.....	308
<i>Nurgozhina A.T., Alimbayev Ch.A., Alimbayeva Zh.N., Bayanbay N.A., Ozhikenov K.A.</i>	
NEURAL NETWORK METHOD FOR PROCESSING AND ANALYZING CARDIO SIGNAL.....	312
<i>Taissariyeva K.N., Sagitova G.F., Tashmuratova D.R., Shuhanova Zh.K.</i>	
RESEARCH OF INFLUENCE OF RUBBER CRUMB ON OIL ROAD BITUMEN PROPERTIES.....	316
<i>Yerlanuly A., Sultanova, Kozhakhmet K.</i>	
METHODS FOR N. SUMMARIZATION OF THE KAZAKH TEXT .....	318
<i>Seitkazinova A., Doskhozhaev A., Matzhanov O., Skolubovich Y., Voitov E.</i>	
DETERMINING THE RISK OF WATER AND ATMOSPHERIC POLLUTION.....	324
<i>Khu Ven-Tsen, T. Zhukabayeva, A. Abdidayeva</i>	
ANALYSIS OF PROGRAMMING TOOLS ROBOTIC SYSTEM.....	330
<i>Malikova F., Saginayeva A., Zhanat N., Tusupova B., Zhunuskhan A.</i>	
THE MODERN SYSTEMS AUTONTIFICATION AND IDENTIFICATION OF USERS: BASIC PROBLEMS AND THEIR IMPROVEMENT DIRECTIONS.....	335
<i>Zhukabayeva T., Zhumabayeva L., Abdidayeva A.</i>	
PERFECTION OF TECHNOLOGY PRIMARY OIL REFINING USING PETRI NETS.....	340
<i>Kapan M.B., Shortanbaeva Zh.K.</i>	
IMPLEMENTATION OF STRATEGIC PLANNING TO ENSURE COMPETITIVENESS OF SMALL ENTERPRISES IN KAZAKHSTAN.....	344
<i>Toktamyssova M.T., Ussenov Y., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Daniyarov T.T., Ramazanov T.S.</i>	
SYNTHESIS OF THIN FILMS BY A LOW-TEMPERATURE ATMOSPHERIC-PRESSURE PLASMA.....	350
<i>Usmanova A., Bektemesov A., Amanbayev A.</i>	
EMBEDDED SYSTEM OF AUTOMATIC REAL-TIME OBJECT TRACKING.....	356
<i>Sadirova M.M., Serikkyzy M.S., Manap K.R.</i>	
ASSESSMENT AND CONTROL OF HAZARDOUS FACTORS IN THE PRODUCTION OF MEAT PRODUCTS.....	361
<i>Tugelbayeva G.K.</i>	
RESEARCH OF WAVE PROPAGATION IN AN ELASTIC-VISCOPLASTIC LAYER WITH A CAVITY.....	364
<i>Alimova K.K., Osserbay A.K., Srazhadinova Sh.E.</i>	
FANCOILS FOR HEATING AND COOLING OF ROOMS - EFFICIENCY OF WORK, OPPORTUNITY, SCOPE OF APPLICATION.....	371

<i>Kazbekova G., Zhanpeysova K., Sagynova A., Tursymbekova Z.</i>	
PREPARATION OF THE PROGRAM AUTOMATING STUDENT'S SCHEDULE THROUGH USING LISTBOX, COMBOBOX, RADIOGROUP COMPONENTS.....	375
<i>Kazbekova G., Shurahanova K., Tursymbekova Z., Medeuov E.</i>	
DESCRIPTION OF ARRAYS IN JAVA AND USE THE SORT METHOD ON IT.....	379
<i>Donchenko S.A., Samoilov K.I.</i>	
ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING FEATURES BRAZIL DEVELOPMENT.....	383
<i>Alimova K.K., Srazhadinova Sh.E., Osserbay A.K.</i>	
ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN HEAT AND COLD SUPPLY SYSTEMS OF BUILDINGS.....	387
<i>Ydyryshbayeva M.</i>	
ANALYSIS OF MODERN ANOMALY DETECTION SYSTEMS IN COMPUTER SYSTEMS (CS).....	390
<i>Askarbekov E.B., Amkhadov E., Baigazieva G.I., Kekilbaeva A.K.</i>	
INVESTIGATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF RAW WATERMELON ALCOHOL.....	397
<i>Omarov G.S., Dzhuruntayev D.Z., Varnavskiy A.V.</i>	
BLOCKCHAIN EXPLORER FOR ANY CRYPTOCURRENCY.....	403
<i>Urazalinov V., Mukhanova A., Ismailova A., Makhanov M., Esenova M.</i>	
OVERVIEW OF THE STAGES OF INFORMATION SECURITY RISK ASSESSMENT IN INFORMATION SYSTEMS.....	408
<i>Baimuratov O.A., Bayadilova G.D., Omarova U.Sh.</i>	
ANALYSIS OF PROGRAMS FOR THE PURCHASE OF HOUSING IN KAZAKHSTAN BY YOUNG FAMILIES.....	412
<i>Rakhimbaev R.M., Duzbayev N.T., Mamatova G.U., Bekaulov N. M., Zakirova L.Z.</i>	
A REVIEW OF MACHINE LEARNING METHODS WITH A TEACHER AND THEIR APPLICATION FOR ENVIRONMENTAL DATA ANALYSIS.....	420
<i>Bekaulova Zh.M., Duzbayev N.T., Mamatova G.U., Sugirbekova A.K., Bekaulov N.M.</i>	
DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF INDIVIDUALIZATION OF THE TRAJECTORY OF STUDENTS USING A NEW MODEL OF THE EDUCATIONAL PROCESS.....	425
<i>Tselykh A., Amandykov Y., Tyukanko V., Savinkin V., Duryagina A.</i>	
MATHEMATICAL MODELING OF THE PIGMENT DISPERSION PROCESS IN THE PRESENCE OF SURFACTANTS.....	429
<i>Shakan Y., Kumalakov B.</i>	
BLOCKCHAIN IN EDUCATION: HOW TO MANAGE STUDENT CREDITS OF HIGHER EDUCATION THROUGH THE BLOCKCHAIN?.....	433
<i>Seidahmetov B.K., Kalieva G.K., Konakbay Z.E.</i>	
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PERSONNEL POTENTIAL IN THE AVIATION INDUSTRY.....	438
<i>Bektemyssova G.U., Uatbayev M.M.</i>	
DEVELOPMENT OF THE UNIFIED DUTY-DISPATCH SERVICE.....	442
<i>Ashimova B.A., Beisenova R.R.</i>	
ENVIRONMENTAL ASPECTS OF RAILWAY TRANSPORT USING IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	447
<i>Kekilbayeva G.R., Zhylybayeva N.K., Tanirbergenova S.K.</i>	
INFLUENCE OF GROWTH STIMULANTS ON QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT PRODUCTIVITY.....	451
<i>Sholanov K.S., R.Issaeva Z.</i>	
DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR INTELLIGENT MASS CONTROL OF A WAVE POWER STATION FLOAT	456
<i>Ismailova A., Mukhanova A., Utegenova A.</i>	
EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSING ANIMAL DISEASES.....	463
<i>Yusupov Kh. A., Omarbekov E.U.</i>	
THE EFFECT OF «PUMPING WELLS» PROCEDURE ON THE FLOW RATE OF EXTRACTION WELLS.....	468
<i>Solochshenko A.V., Turzhanova K.M., Baikenov A.S.</i>	
RESEARCH OF SELF – ORGANIZING NETWORKS (SON) ALGORITHMS EFFICIENCY APPLYING ON THIRD-GENERATION MOBILE NETWORKS.....	473
<i>Turarova M.K., Modin I.N., Mirgalikyzy T.</i>	
2D INVERSION AND INTERPRETATION OF THE ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY RESEARCH DATA IN THE «OPAKOV» SETTLEMENT OF THE KALUGA REGION.....	480
<i>Turzhanova K.M., Konshin S.V., Solochshenko A.V.</i>	
RESEARCH OF 4G NETWORK EFFICIENCY IN CASE OF NB-IOT USAGE IN DIFFERENT SPECTRUM SCENARIOS.....	485

<i>Sakan K.S., Algazy K.T., Dyusenbayev D.S.</i>	
ABOUT SOME WAYS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF CALCULATING THE BLOCK MIXER2 OF THE QAMAL ENCRYPTION ALGORITHM.....	492
<i>Kapalova N., Varennikov A.</i>	
CRYPTOGRAPHIC KEY MANAGEMENT SYSTEM MODEL BASED ON NPNs.....	499
<i>Dyuryagina A., Lutsenko A., Tuykanko V.</i>	
OPTIMIZATION OF PIGMENT AND FILLER DISAGGREGATION PROCESSES USING PROBABILISTIC-DETERMINISTIC MODELING TECHNIQUES.....	505
<i>Makulbekova G., Kocherov Ye., Pivovarov A., Kenzhalieva G., Mamitova A.</i>	
INVESTIGATION OF THE PROCESS OF JOINT HEAT TREATMENT OF BENTONITE CLAYS OF THE KYNGYRAK-KELES DEPOSIT AND TPP ASH IN ORDER TO OBTAIN HEAT-INSULATING AND FIREPROOF CERAMIC GRANULES.....	511
<i>Oralbayev S. J., Zhampeisov M. T., Islamov H. M., Biseken A. B., Caparbaev E. T.</i>	
THEORETICAL PRECONDITIONS OF RESTORATION THE CRANKSHAFT ELECTROTECHNOLOGY WAY.....	516
<i>Issakhov A.A., Tong Yang, Baitureyeva A.R.</i>	
MATHEMATICAL MODELING OF DISTRIBUTION OF COMBUSTION PRODUCTS OF EKIBAZTUZ GRES-1 UNDER CONTINENTAL CLIMATE CONDITIONS.....	522
<i>Kolinsichenko S.N., Savinkin V.V., Kolinsichenko S.V., Kisilev L.A., Kuznetsova V.N.</i>	
INCREASING THE OPERATION PERIOD OF THE DRILLING RIG PUMP BY RESTORING THE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE SHAFT NECKS BY USING HEAT-STRENGTHENED RINGS..	530
<i>Shults R., Soltabayeva S., Seitkazina G.</i>	
A GENERAL APPROACH TO PRELIMINARY ACCURACY CALCULATION OF GEODETIC MONITORING FOR THE STUDY OF SPORTS STRUCTURES.....	534
<i>Ainabekova S.S., Sherov K.T., Gabdyssalyk R., Donenbaev B.S., Satybaldy J.Zh.</i>	
INVESTIGATION OF GEOMETRY EFFECT OF CIRCULAR SAW BLADES FOR VARIOUS CUTTING CONDITIONS AT THE PROCESSING PROCESS SETTING TIME.....	541
<i>Tussupova S.O., Sherov K.T., Imanbaev E.B., Imasheva K.I., Gabdysalyk R.</i>	
METALLOGRAPHICAL RESEARCH OF QUALITY OF FILLING LAYERS DURING SURFACING WITH VARIOUS FILLING MATERIALS.....	547

### Physical and mathematical sciences

<i>Zhanabaev Z.Zh., Turlykozhayeva D.A., Ussipov N.M.</i>	
THE STUDY OF DYNAMIC CHAOS, AND CORRELATIONS IN THE CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS NANOSTRUCTURED SILICON.....	555
<i>Tugelbayeva G.K.</i>	
TENSED-DEFORMING CONDITION OF ELASTIC LAYER WITH CAVITY ON RIGID BASE.....	559
<i>Baimurzina A.A., Lutsak S.M.</i>	
DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA SUPPORT FOR CLASSES IN THE SECTION «DISCRETE MATHEMATICS».....	567
<i>Kaziyev G.Z., Taurbekova A.A. , Doshtaev K.ZH.</i>	
ANALYSIS OF ALGORITHMS FOR SOLUTION OF BLOCK-SYMMETRIC PROBLEMS.....	576
<i>Yedilbayev B., Brener A., Shokanova A., Anarbekova G., Abylkasymova A.</i>	
MATHEMATICAL MODELING OF TRENDS IN THE DYNAMICS OF PRODUCTION SYSTEMS.....	580
<i>Temirkhanova A.M., Omarbayeva B.K.</i>	
WEIGHTED ESTIMATE OF A CLASS OF QUASILINEAR DISCRETE OPERATORS: THE CASE $0 < q < p \leq \theta < \infty$ , $p > 1$ .....	588
<i>Zhetenbaev N.T., Yusupova G.S., Bastykova N.Kh.</i>	
SCIENTIFIC RESEARCH IMPLEMENTATION OF THE RESULTS OF THE WORK IN THE ELECTRONIC SPECIAL COURSE «SELECTED QUESTIONS OF PHYSICS OF DENSE PLASMA OF INERTIAL FUSION».....	595
<i>Shaikhova G.N., Kutum B.B., Rakhimzhanov B.K.</i>	
DYNAMICS OF WAVES IN GARDNER EQUATION.....	598
<i>Zhumadillayeva M. E., Alphysbay M. K., Alimgazinova N. Sh.</i>	
NONLINEAR ANALYSIS OF PHOTOGRAPHIC IMAGES OF THE ATMOSPHERE OF THE GIANT PLANET JUPITER.....	602
<i>Utessov A.B., Utessova G.I.</i>	
ON THE OPTIMUM DISCRETIZATION IN METRIC $L^{\infty,\infty}$ OF SOLUTIONS OF KLEIN - GORDON EQUATIONS WITH INITIAL CONDITIONS FROM NIKOLSKY'S CLASSES.....	608
<i>Usmanov Kh.I., Nazarova K.J., Zhappar A.S.</i>	
SOLUTIONS OF INTEGRAL-DIFFERENTIAL SYSTEMS CONTAINING A PARAMETER IN EQUATIONS WITH A PULSE BOUNDARY CONDITION BY THE PARAMETERIZATION METHOD	617

## Chemical and metallurgical sciences

Telkov Sh., Motovilov I., Barmenshinova M.	
STUDY OF THE EFFECT OF PRE-CONCENTRATION ON POLYMETALLIC ORE GRINDABILITY....	623
Kononov A.V., Duissebayev B.O., Goncharenko S.N., Ketegenov T.A.	
TO THE QUESTION OF INTENSIFICATION ON ION-EXCHANGE PROCESSES IN URANIUM PRODUCTION BY THE UNDERGROUND LEACHING BOREHOLE METHOD BY EXPOSURE TO ULTRASONIC. RESEARCHING OF THE ULTRASONIC EXPOSURE AT THE ION-EXCHANGED RESIN.....	628
Kolesnikov A.S., Zhakipbaev B.E., Zhanikulov N.N., Kolesnikova O.G., Kuraev R.M.	
ON THE USE OF TECHNOGENIC AND MINERAL RAW MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF A COMPLEX TECHNOLOGY FOR THE SYNTHESIS OF CEMENT CLINKER WITH ZINC DISTILLATION.....	635
Yessengaliyev D.A., Issagulov A.Z., Baisanov S.O., Baisanov A.S., Zayakin O.V.	
THERMODYNAMIC MODELING OF THE PROCESS OF MANGANESE REDUCTION IN THE SMELTING OF REFINED FERROMANGANESE BY METALLOTHERMIC METHOD.....	638
Duzelbayeva S., Kasenova B., Akhatova Z., Konuspaev S.	
THE STUDY OF OPTIMUM CONDITIONS OF WOOL FAT HYDROLYSIS IN ALKALINE MEDIA.....	643
Kuldeev E.I., Bondarenko I.V., Temirova S.S., Altybayeva D.Kh.	
ON THE POSSIBILITY OF OBTAINING COMPLEX COAGULANT BASED ON IRON DIATOMITE AND ALKALINE REAGENTS FOR WASTE WATER CLEANING FROM HYDROGEN SULPHIDE....	647
Bayibatsha A., Bekbotayeva A., Turysbekova G., Bektai E.K.	
STUDY OF MINERALOGICAL AND GRANULOMETRIC COMPOSITION OF COPPER ORE ENRICHMENT TAILINGS FOR BIOLEACHING.....	652
Aimagambetova Z.K., Shunkeyev K.Sh.	
PROPER AND IMPURITY DEFECTS IN ALKALI HALIDE CRYSTALS.....	659
Khaldarov N.Kh., Egemberdiyeva S.Zh., Rakhimkulov A.G., Rakimov M.N., Kilibaeva A.E.	
HYDROGEN HYDROGENATION OF UNSATURATED BONDS IN A MOLECULE.....	665
Khaldarov N.Kh., Egemberdiyeva S.Zh., Rakhimkulov A.G., Kilibaeva A.E.	
ATOMS OF THE CATALYST AND HYDROGEN THERMAL ACTIVATION OF CHEMICAL COMPOUNDS OF MOLECULES.....	669
Sirgetayeva G., Baysanov A., Zholdubayeva Zh., Mazhitova L., Smagulova Zh.	
METALLOGRAPHIC EXAMINATION OF PIG FERROALLOYS AND MANGANESE ALLOYS SMELTED FROM ORIGINALLY MANGANESE BRIQUETTES.....	672
Klivenko A., Kassymova Zh., Mussabayeva B., Orazzhanova L., Nurtassov Sh.	
SYNTHESIS AND APPLICATION OF THE INTERPOLYELECTROLYTE COMPLEX OF CHITOSAN WITH SODIUM ALGINATE FOR SOIL STRUCTURING.....	677
Yessenamanova A., Mussabayeva B., Kassymova Zh., Klivenko A., Orazzhanova L.	
USE OF BIOPOLYMERS FOR THE SYNTHESIS OF INTERPOLYMER COMPLEXES.....	684

Редакторы:

Н.Ф. Федосенко

Верстка на компьютере:

Л.Т. Касжанова

Л.П. Умирбекова

Д.Ш. Тажиева

Адрес редакции:

ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 607, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru

Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ

Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева

Подписано в печать 28.07.2020 г.

Формат 60x84 1/8. Усл. п.л 44,2.

Тираж 500 экз. Заказ № 245.