

С.С. Жекеева*, Л.В. Долматова, Е.В. Ушакова

М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл, Қазақстан

*e-mail: szhekeeva@mail.ru

ҰЯЛЫ БАЙЛАНЫС ОПЕРАТОРЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫСЫН БАҒАЛАУДЫҢ АЙҚЫН ЕМЕС МОДЕЛІН МАТЛАВ ОРТАСЫНДА ҚҰРУ

Андатпа. Мақалада ұялы байланыс операторының жұмыс сапасын, оның ұялы байланыс желісінің, дауыстық ұялы байланыс параметрлерінің және интернетке қосылу сапасының техникалық параметрлері бағаланған. Ұялы байланыс тиімділігін бағалау көрсеткіштері зерттеліп, талдау жүргізілген, оператор жұмысының тиімділігін талдау мен бағалаудың негізгі көрсеткіштері анықталған және ұялы байланыс операторының жұмысының тиімділігін бағалаудың айқын емес моделі жасалды. Бағалаудың айқын емес моделіне апробациялау жүргізіліп, алынған мәліметтерге талдаулар жүргізілді. Ұялы байланыс операторының өнімділігі және оны бәсекелестермен салыстыру мүмкіндігі туралы жалпы түсінік беретін модель құру үшін айқын емес жиындар теориясы қолданылған. Модельдің артықшылығы оның әмбебаптығында, минималды өлшемінде, қолданудың қарапайымдылығында және нәтиже алу жылдамдығында жатыр.

Негізгі сөздер: ұялы байланыс операторы, байланыс қызметінің сапасы, айқын емес жиындар теориясы, айқын емес логика, айқын емес модель.

Кіріспе. Қазіргі таңда Қазақстанда ұялы байланыс операторларының қызмет көрсету сапасын бағалауды операторлардың өздері жүзеге асырады және бағалау бойынша деректер шектеулі қызметкерлер тобына ғана белгілі құпия ақпарат ретінде сақталады. Жеке компаниялар өздерінің тәуелсіз зерттеулерін жүргізеді, бірақ ол өте сирек. Пайдаланушының байланыс сапасына берген бағасы субъективті пікір негізінде қарастырылады.

Зерттеу өзектілігі ұялы байланыс операторының қызметінің айтарлықтай кеңеюімен және қызмет көрсету сапасын бағалау моделін жасау қажеттілігімен туындап отыр. Мақалада «Kcell» ұялы байланыс операторының жұмыс сапасын, оның ұялы байланыс желісінің, параметрлерінің дауыстық ұялы байланысының және интернетке қосылу сапасының техникалық параметрлері бағаланған. Ұялы байланыс операторының өнімділігі және оны бәсекелестермен салыстыру мүмкіндігі туралы жалпы түсінік беретін модель құру үшін айқын емес жиындар теориясы қолданылады.

Әдістер. Айқын емес модельдеу қатынасы сыртқы орта мен ішкі модель арасындағы сәйкестікті анықтайды. Айқын емес әдісте айқын емес эквиваленттік қатынастар, айқын емес ұқсастық қатынастары, айқын емес айырмашылық қатынастары, сонымен қатар айқын емес, ұқсас емес және т.б. қолданылады. Айқын емес қатынастарды динамикалық объектілерді сипаттау үшін пайдалануға болады. Айқын емес қатынастар бойынша негізгі операциялар: бір айқын емес қатынасты басқасына қосу, айқын емес қатынастарды тоқтату және айқын емес қатынастарды біріктіру [1].

Айқын емес логика математикада анықталмаған процестер, жүйелер, объектілерді сипаттауға бағытталған әрекеттерден туындайды. Айқын емес логика білім мен дағдыларды жүйеге келтіруге және оны машиналық тілде сипаттауға мүмкіндік береді. Лингвистикалық айнымалылар зерттеу объектілерін сипаттау үшін қолданылады. Айқын емес айнымалы үш түрлі қасиетпен сипатталады – айнымалының аты, әмбебап жиынтық (айнымалының анықталу облысы), шектеулерді сипаттайтын аймаққа жататын функциясы бар әмбебап жиындағы айқын емес жиынмен [2].

Лингвистикалық айнымалылар негізгі терминдер жиынтығынан, айқын емес айнымалылардың анықталу облысынан, синтаксистік генерация процедурасынан және семантикалық процедурадан тұратын қасиеттер жиынтығымен сипатталады.

Айқын емес тұжырымдар айқын емес жиынтықпен жұмыс істеу механизмі болып табылады. Айқын емес тұжырымдар зерттеу барысында маман құрастырған білім қорынан тұрады. Білім қоры ережелер түрінде қалыптасады. Нақты емес ереже – бұл нәтижелік айнымалылардың белгілі айнымалыларға тәуелділігін анықтайтын күрделі логикалық тұжырым. Берілген, енгізілетін айнымалылар зерттеу барысында алынған мәндердің нәтижесі болып табылады. Нәтиже дегеніміз – берілген мәндердің шешімі немесе бақылауы [3, 4].

Логикалық қорытынды төрт кезеңнен тұрады: фаззификация, логикалық қорытынды, композиция және дефаззификация. Фаззификация дегеніміз – ақиқаттық дәрежесін бағалау үшін қолданатын айқын емес кіріс параметрлері. Логикалық қортынды айқын емес қорларды анықтау үшін құрылады және ережелердің әрқайсысы үшін ақиқаттық мәнді тағайындайды, min мен max амалдарын қолданады. Композиция барлық айқын емес ішкі жиындар үшін бір ішкі жиынды қалыптастырады. Дефаззификация – айқындыққа әкелу немесе басқа сөзбен айтқанда айқын есем жиынды айқын санға шығару [5].

Ұсынылып отырған мақалада Mamdani алгоритмі қолданылған. Бұл алгоритм ережелер қорын қалыптастыру, фаззификация, қалып-күйді біріктіру, қортындыларды белсенді ету, қортындыны топтау, дефаззификациялау тізбектерінен тұрады. Алгоритмде егер берілген деректер сандық мән болса, онда нәтижесінде де сандық мән аламыз. Mamdani алгоритмі айқын емес шығарудың басқа да алгоритмдер сияқты Fuzzy Logic Toolbox деп аталатын Matlab ортасында жүзеге асырылады.

Matlab – бұл жоғары деңгейлі бағдарламалау тілі, есептеулер жүргізуге және оларды визуалдауға арналған орта. Matlab деректерді талдауға, алгоритмдер, модельдер мен қосымшалар құруға мүмкіндік береді. Кірістірілген математикалық функциялар мен тіл, құралдар жиыны әртүрлі математикалық амалдарды зерттеп, тез шешім қабылдауға көмектеседі. Matlab сигналдар мен байланыстарды өңдеу, бейне мен кескіндерді өңдеу, басқару жүйелері, қаржылық инжиниринг, есептеу биологиясы және басқа да көптеген салаларда қолданылады [6].

Matlab есептеуіш ортасында әртүрлі инженерлік-математикалық бағдарламалық дестесі біріктірілген. Мұндай дестенің бірі – айқын емес жүйелерді құруға және зерттеуге арналған Fuzzy Logic Toolbox дестесі. Fuzzy Logic Toolbox айқын емес жүйелерді құрудың барлық кезеңдерін қолдайды, мысалы: синтез, зерттеу, жобалау, модельдеу және нақты уақытта түзетулер жүргізу.

Жасақтаманың функциялары айқын емес логикалық нәтиже, айқын емес кластерлеу және нейро-айқын емес баптаулар сияқты барлық заманауи айқын емес технологияларды жүзеге асырады. Талдау дестесі өзгертулер енгізуге, бастапқы кодты қарауға, алгоритмдерді қарауға, қажетті функцияларды және дефаззификациялау процедураларын қосуға мүмкіндік береді.

Нәтижелер. Мақалада көрсеткіштер DMTel компаниясының есебінен таңдалып алынған. Бұл компания заманауи технологиялар мен режимдерді енгізуді ескере отырып, желілер мен қызметтер сапасының сипаттамаларын бағалауға және салыстыруға маманданған. Өлшеу жана жабдықтың көмегімен жүргізіледі. Желі сапасын бағалау Қазақстан Республикасының барлық операторларында да жүргізіледі, бұл тек Kcell операторын бағалауға ғана емес, сонымен қатар оны байланыс нарығындағы тікелей бәсекелестермен салыстыруға мүмкіндік береді. Деректерді беру және желінің қамту аймағы негізінде дауыстық байланыс қызметтерінің, байланыс қызметтерінің статистикасы құрылды.

Жалпы бес параметр қарастырылады. Бірінші параметр тестілік дауыстық қосылудың жалпы санына қарағандағы қосылуды орнатудың сәтсіз әрекеттерінің санын анықтайды. Екінші параметр бес балдық шкала бойынша телефон арқылы қоңырау шалу кезінде дауыс сапасын бағалау стандарты, онда баға 2,7-ден кем емес, онда дауыстың бұрмалануы және сөйлеуді түсінудің күрделенуі орын алады. Үшінші параметр пайдаланушы деректерді таратудың орташа жылдамдығын анықтайды. Төртінші параметр web-сайттарды сәтті жүктеу үлесін бағалау үшін таңдалған. Бесінші параметр нормадан тыс желінің қамту аймағын

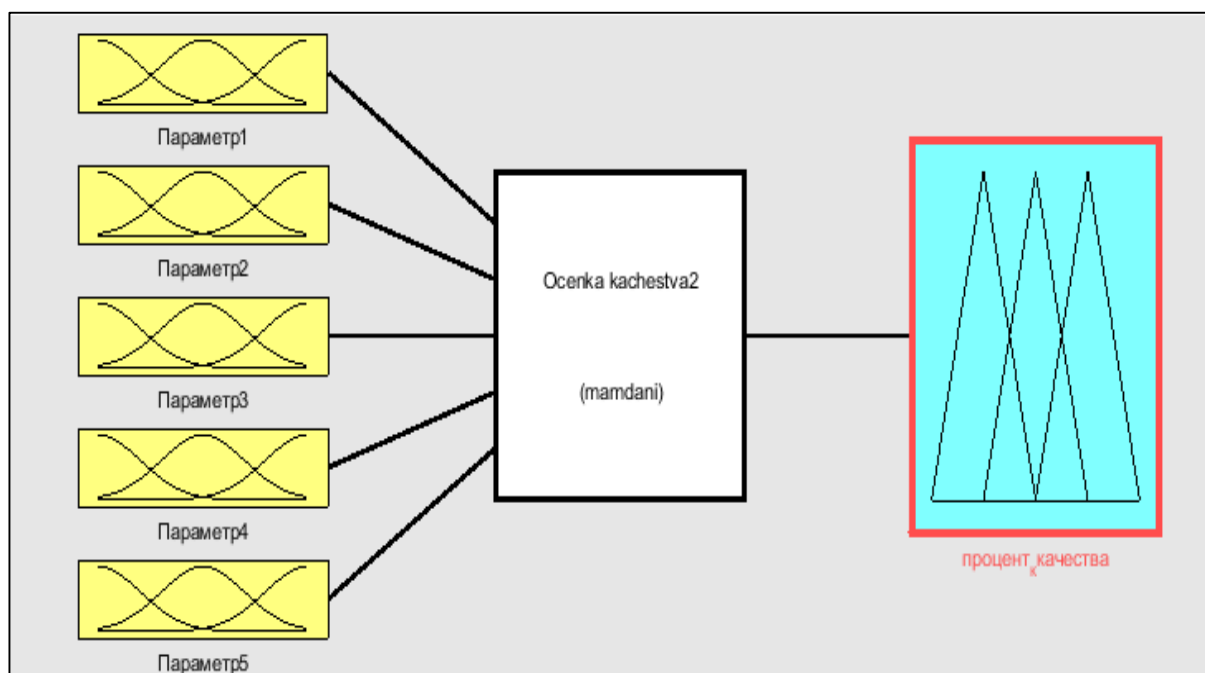
қарастырады. Байланыс қызметтерінің сапасын бағалау анықтамалары 1-ші кестеде келтірілген [7].

Кесте 1. Байланыс қызметтері сапасының көрсеткіштері

Параметр нөмірі	Ұялы байланыс қызметтері көрсеткішінің атауы	Жоғары деңгей	Қалыпты деңгей
1	дауыстық қосылуды орнатудың сәтсіз әрекеттерінің үлесі	3%	5%
2	дауыстық қосылудың сөйлеу сапасының қанағаттанарлықсыздық үлесі	5%	10%
3	деректерді таратудың орташа жылдамдығы	-	-
4	FTP және НТТР сәтті сессияларының үлесі	97%	95%
5	нормаға сәйкес келмейтін желінің қамту аймағы	5%	3%

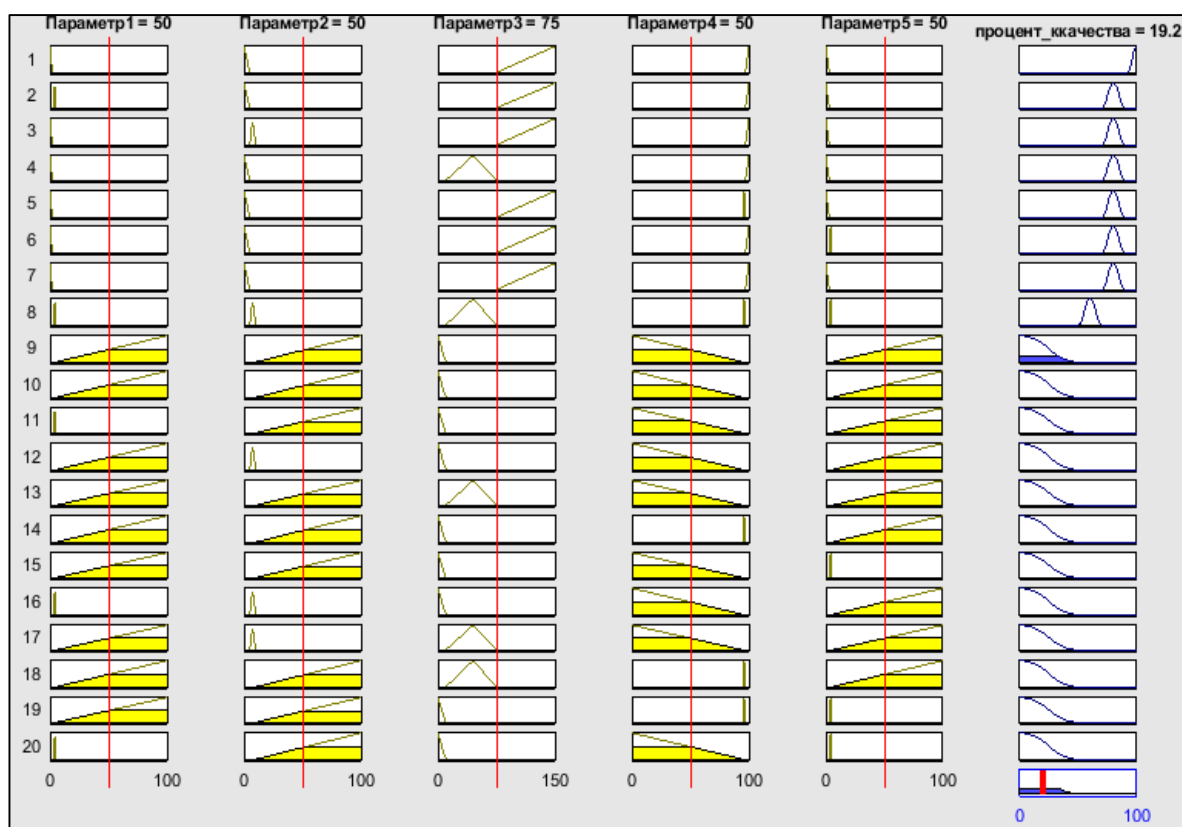
Айқын емес моделді құру үшін Fuzzy Logic Toolbox кеңейту дестесі пайдаланылды. Бұл айқын емес жиындар теориясымен байланысты және айқын емес сарапшы және басқару жүйелерді жобалауға мүмкіндік беретін қолданбалы бағдарламалар дестесі болып табылады [8, 9].

Редакторда «Ocenka kachestva» айқын емес моделі құрылған. Бес кіріс параметрлері, бір «сапа пайызы» деп аталатын қорытынды және жиырма айқын емес ережелер жиыны бар. Кіріс элементтері үшбұрышты графиктер түрінде кескінделіп, қортынды нәтижелік элемент параболалық графикпен бейнеленген. Mamdani айқын емес қорытынды жүйесі таңдалды. «Ocenka kachestva» жүйесінің көрінісі 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. «Ұялы байланыс операторы қызметінің сапасының тиімділігін бағалау» жүйесінің енгізу және шығару айнымалыларын анықтауға арналған редактор

Rule Viewer Matlab терезесі ережелерді қарауға арналған және айқын емес нәтижелерді бейнелеуге, енгізілген параметрлердің бастапқы мәндеріне тәуелді болатын нәтижелік деректердің мәндерін алуға мүмкіндік берді. Айқын емес қорытынды жүйенің ережелерін қарауға арналған бағдарлама көрінісі 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. «Ұялы байланыс операторының қызметінің тиімділігін бағалау» айқын емес нәтижелік жүйесінің ережелерін қарауға арналған бағдарлама

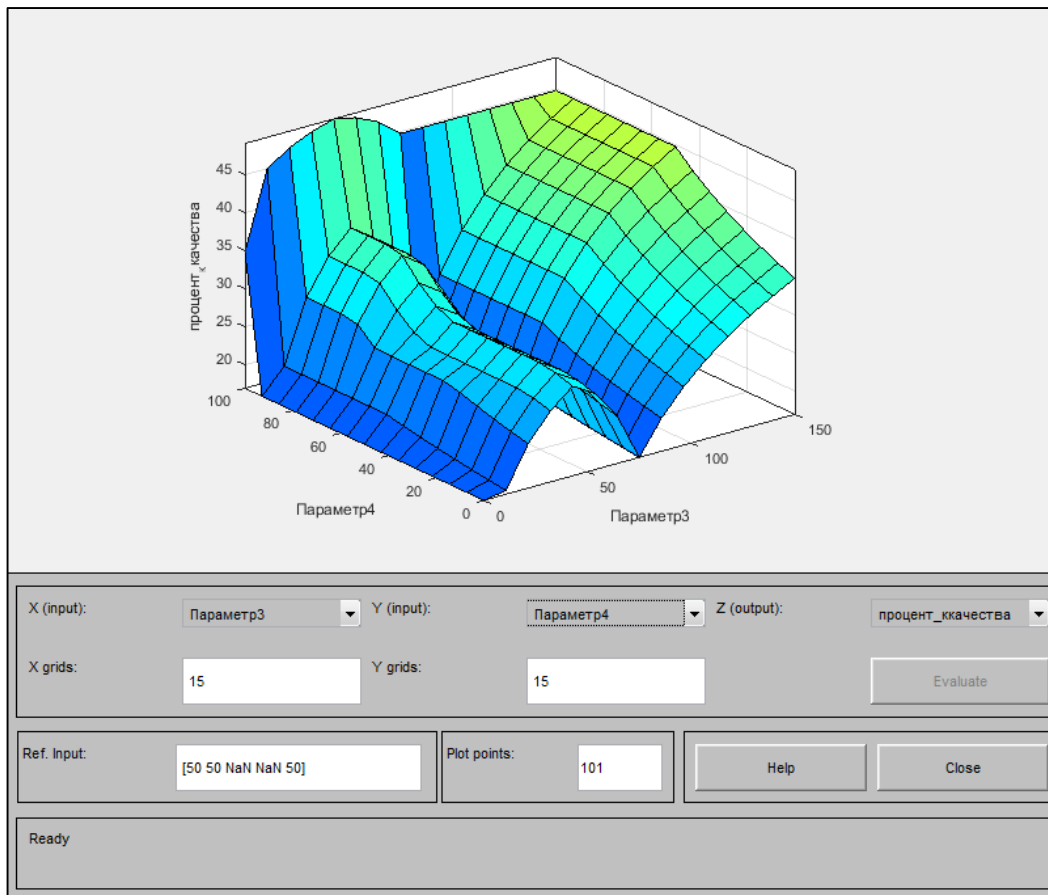
Программада ережелер мен функцияларға өзгерістер енгізу мүмкіндігі жоқ. Бұл айқын емес қорытындылардың нәтижелеріне ережелердің әсерін ескере отырып, нәтижелік қорытынды айнымалының мәнін алу үшін кіріс айнымалыларының мәнін өзгертуге арналған. Айқын емес тұжырым нәтижесі қажетті сапалық мәнді көрсетеді. Көрсеткіштерді алып ұялы байланыс сапасының тиімділігі нәтижесі алынады.

Ережені қарау құралы барлық кіріс параметрлері үшін орташа мәнді автоматты түрде таңдайды. Яғни, 1-ші параметр 50-ге, 2-ші параметр 50-ге, 3-ші параметр 75-ке, 4-ші параметр 50-ге және 5-ші параметр 50-ге тең. Бұдан шығатын «сапа пайызы» мәні 19,2-ге тең болады.

Әрі қарай, айқын емес қорытындылау жүйесінде Surface Viewer бағдарламасы қарастырылған. Бұл бағдарлама графиктерді құруға арналған. Оның көмегімен қорытынды айнымалының жеке кіріс айнымалыға тәуелділік графигі 3-суретке сәйкес немесе бір айнымалы үшін 4-суретке сәйкес бөлек көрнекі түрде көрсетуге болады.

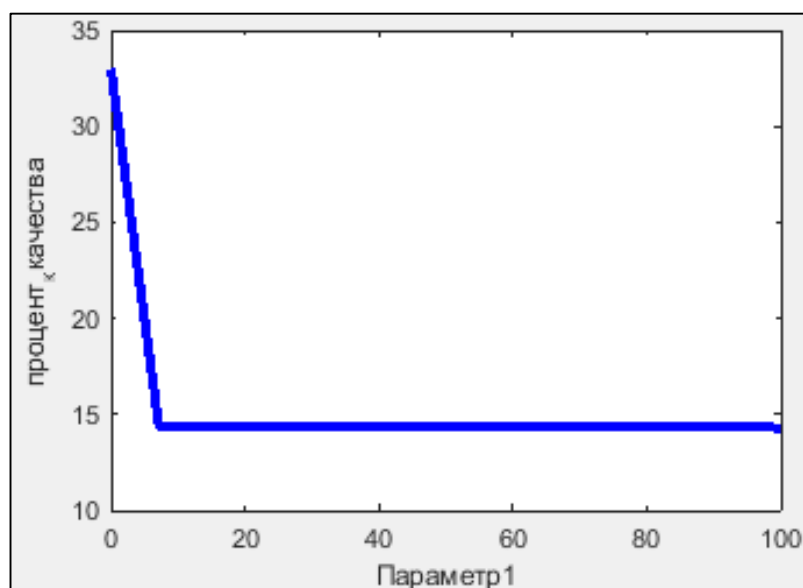
3-суретте 3-ші параметрдің (деректерді таратудың орташа жылдамдығы) және 4-ші параметрдің (сәтті сессиялардың пайызы) тәуелділігі көрсетілген, бұл жүктеу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, веб-сайтты жүктеу сессиялары соғұрлым сәтті болады. Сондай-ақ, 3 суретте деректерді беру жылдамдығының аралығы және сәтті Интернет-сессиялардың саны толығымен қарастырылған.

Координаталар жүйесінің көлденең өстерін (X және Y) кіріс айнымалылары ретінде, сондай-ақ координаттар жүйесінің тік өсін (Z) қорытынды айнымалы ретінде таңдауға болады.



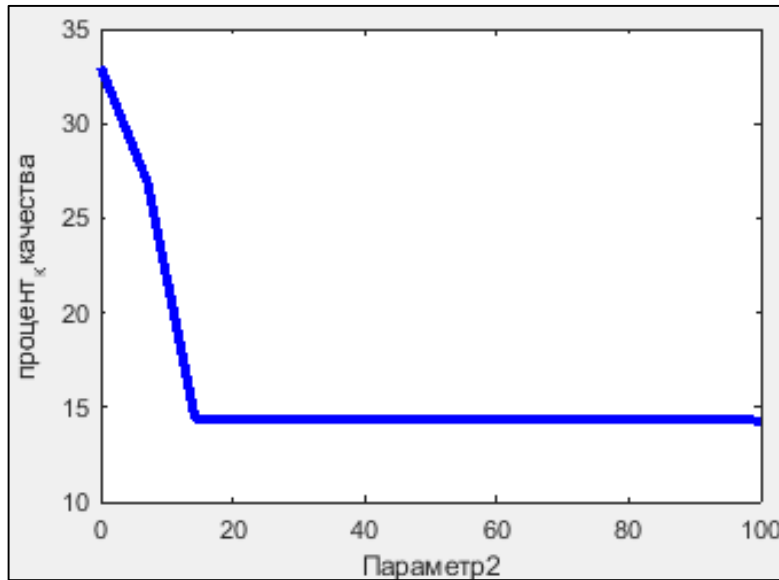
3-сурет. Нәтижелік қорытынды айнымалы мен бөлек кіріс айнымалысының аралығы

4-суретке сәйкес графикалық тәуелділік 1-ші параметрді көрсетеді, ол бірінші кіріс айнымалысының орташа мәніне сәйкес келеді – «Дауыстық байланыс орнатудың сәтсіз әрекеттерінің үлесі» 50% -да.



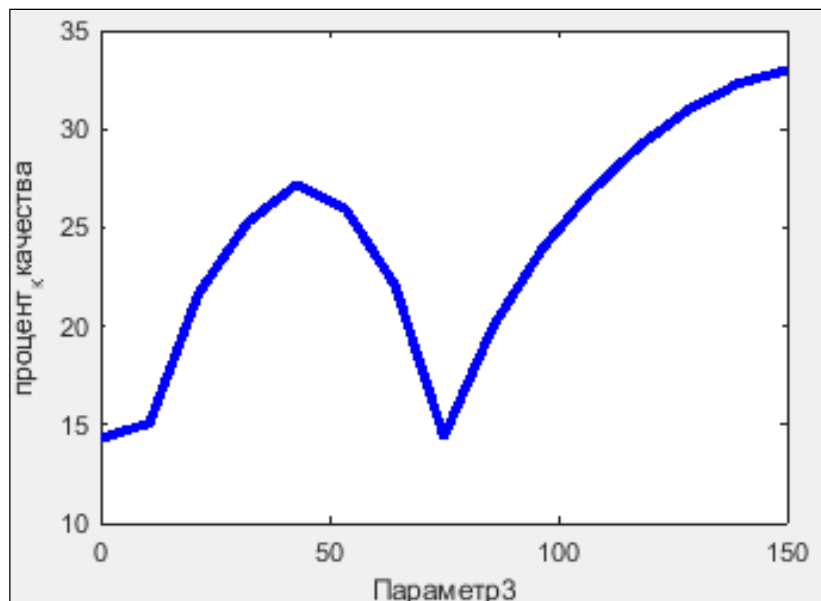
4-сурет. «Дауыстық байланыс орнатудың сәтсіз әрекеттерінің үлесі» айнымалысының тәуелділік графигі

5-суреттегі тәуелділік графигінде 2-ші параметр көрсетілген, ол бірінші кіріс айнымалысының «қанағаттанарлықсыз сөйлеу сапасының дауыстық байланысының үлесі» орташа мәніне 50%-ке сәйкес келеді. Бұл мәнді де өзгертуге болады, ол үшін Ref.Input енгізу өрісіне қажетті мәнді енгізу қажет. Бірінші кіріс айнымалысы үшін NaN мәні оның барлық [0, 100] анықталу аралығындағы өзгеруіне сәйкес келеді.



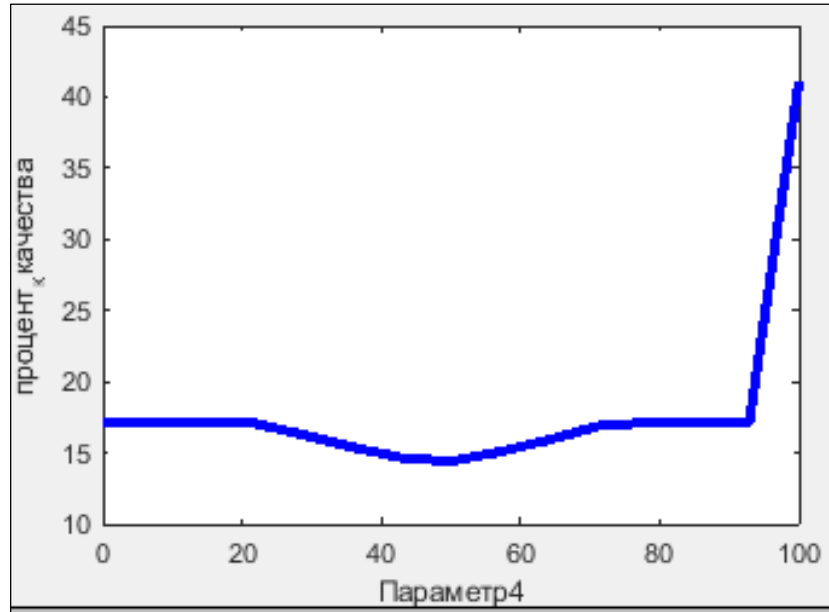
5-сурет. «Сөйлеу сапасының қанағаттанарлықсыз деңгейімен дауыстық байланыс пайызы»

6-суреттегі тәуелділік графикте 3-параметр көрсетілген, ол бірінші кіріс айнымалысының «деректерді таратудың орташа жылдамдығы» 75 бірліктің орташа мәніне сәйкес келеді. Бұл мәнді де өзгертуге болады, ол үшін Ref.Input енгізу өрісіне қажетті мәнді енгізу қажет. Бірінші кіріс айнымалысы үшін NaN мәні оның барлық [0, 150] анықталу аралығындағы өзгерісіне сәйкес келеді.



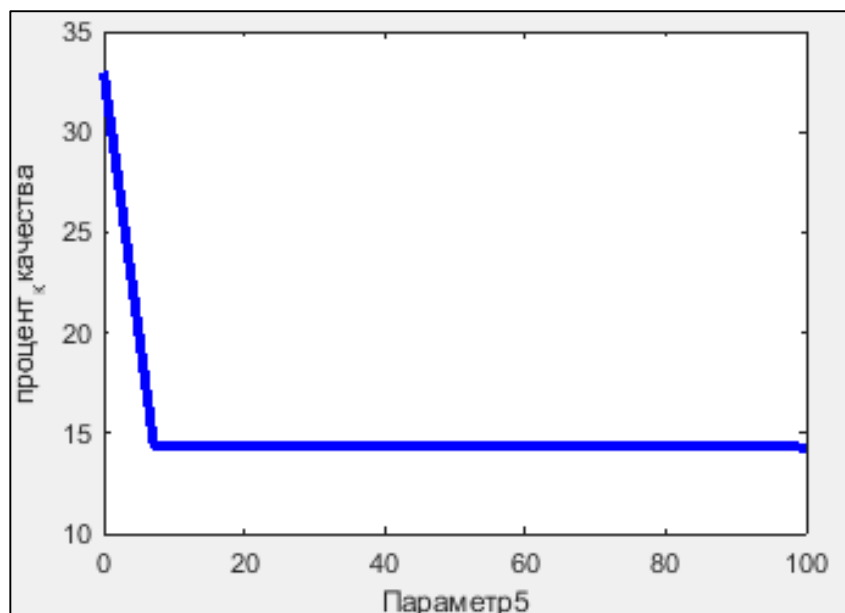
6-сурет. «Деректерді берудің орташа жылдамдығы»

7-суреттегі тәуелділік графигінде 4-ші параметр көрсетілген, ол бірінші кіріс айнымалысының «Сәтті FTP және HTTP сессияларының үлесі» орташа мәніне сәйкес келеді. Бұл мәнді де өзгертуге болады, ол үшін Ref.Input енгізу өрісіне қажетті мәнді енгізу керек. Бірінші кіріс айнымалысы үшін NaN мәні оның барлық [0, 100] анықталу аралығындағы өзгерісіне сәйкес келеді.



7-сурет. «FTP және HTTP сәтті сессияларының пайызы»

8-суретте тәуелділік графигінің 5-ші параметрді көрсетілген, ол бірінші кіріс айнымалысының «нормаға сәйкес келмейтін желінің қамту аймағы» орташа мәніне 50% сәйкес келеді. Бұл мәнді де өзгертуге болады, ол үшін Ref.Input енгізу өрісіне қажетті мәнді енгізу қажет. Бірінші кіріс айнымалысы үшін NaN мәні оның барлық [0, 100] анықталу аралығындағы өзгеруіне сәйкес келеді.



8-сурет. «Стандартты емес қамту»

Осылайша, параметрлердің таңдалған аралықтарға тәуелділігінің графиктері қарастырылды.

Алынған нәтиже ғылыми-зерттеу жұмысының субъективті компоненті болып табылатынын ескерген жөн. Ол зерттеу уақыты мен аймағының нақты бір кезеңін ғана көрсетеді. Мақсатты компонент – бұл ұялы байланыс операторының жұмысының тиімділігін бағалау үшін әмбебап болып табылатын бағалау жүйесінің өзі. Құрылған айқын емес логикалық модель негізінде тек қарастырылып отырған Kcell операторын ғана емес, сонымен қатар басқа да ұялы байланыс операторларын бағалауға болатындығы айқын. Зерттеулер жүргізу үшін ұялы байланыс қызметтерінің сапасын бағалауға арналған арнайы құрылғылардан алынған мәліметтер жеткілікті.

Талқылау. Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы кез-келген ұялы байланыс операторының жұмысының сапасын бағалау үшін әзірленген модельді пайдалану мүмкіндігінде. Ұялы байланыс сапасын бағалаудың айқын емес моделі жалпыға қол жетімді деректердің көмегімен құрастырылды және сыналды. Жасалған модельмен кез-келген ұялы байланыс операторын бағалауға болады. Алынған мәліметтер ұялы байланыс операторының жұмысының сапасы туралы статистиканы құру, әр түрлі уақыт кезеңдерін салыстыру және ұялы байланыс сапасының көшбасшыларын анықтау үшін қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] М. Март. Нечеткая грань, М.: Белония, **2015**. – С. 352.
- [2] М. Март. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных, М.: Горячая линия – Телеком, **2014**. – С. 392.
- [3] В. Новак, И. Перфильева, И. Мочкорж. Математические принципы нечеткой логики: монография, Москва: **Наука, 2015**. – С. 352.
- [4] В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С Федулов. Нечеткие модели и сети, М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – С. 283.
- [5] Ф.Ю. Урядников, С.С. Аджемов. Сверхширокополосная связь. Теория и применение. М.: СОЛОН-Пресс, 2015. – С. 368.
- [6] Л.А. Демидова, В.В. Кираковский, А.Н. Пылькин. Алгоритмы и системы нечеткого вывода при решении задач диагностики в среде Matlab, Москва: **Мир, 2014**. – С. 368.
- [7] С.С. Жекеева, Л.В. Долматова, Е.В. Ушакова. Ұялы байланыс операторының қызмет көрсету сапасының тиімділігін бағалаудың айқын емес моделін құру. Вестник КазНІТУ. Алматы, 2020. – №6(142). – С. 242-248.
- [8] Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в Matlab. 2-е изд., испр./ А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев и др.- СПб.:Лань, 2018.
- [9] Chovancová A., Fico T., Chovanec L., Hubinský P. Mathematical modelling and parameter identification of quadrotor// Procedia Engineering, 2014. P.172 – 181

REFERENCES

- [1] M. Mart. Nechetkaja gran', M.: Belonija, 2015. – S. 352.
- [2] M. Mart. Nejrornyie seti. Statistica Neural Networks. Metodologija i tehnologii sovremennogo analiza dannyh, M.: Gorjachaja linija – Telekom, 2014. – S. 392.
- [3] V. Novak, I. Perfil'eva, I. Mochkorzh. Matematicheskie principy nechetkoj logiki: monografija, Moskva: Nauka, 2015. – S. 352.
- [4] V.V. Borisov, V.V. Kruglov, A.S Fedulov. Nechetkie modeli i seti, M.: Gorjachaja linija – Telekom, 2017. – S. 283.
- [5] F.Ju. Urjadnikov, S.S. Adzhemov. Sverhshirokopolosnaja svjaz'. Teorija i primenenie. M.: SOLON-Press, 2015. – S. 368.
- [6] L.A. Demidova, V.V. Kirakovskij, A.N. Pyl'kin. Algoritmy i sistemy nechetkogo vyvoda pri reshenii zadach diagnostiki v srede Matlab, Moskva: Mir, 2014. – S. 368.
- [7] S.S. Zhekeeva, L.V. Dolmatova, E.V. Ushakova. Ұялы байланыс операторының қызмет көрсету сапасының тиімділігін бағалаудың айқын емес моделін құру. Vestnik KazNITU. Almaty, 2020. – №6(142). – С. 242-248.

[8] Gajduk A.R. Teorija avtomatičeskogo upravljenja v primerah i zadachah s reshenijami v Matlab. 2-e izd., ispr./ A.R. Gajduk, V.E. Beljaev i dr.- SPb.:Lan', 2018.

[9] Chovancová A., Fico T., Chovanec L., Hubinský P. Mathematical modelling and parameter identification of quadrotor// Procedia Engineering, 2014. P.172 – 181.

S.S. Zhekeeva*, L.V. Dolmatova, E.V. Ushakova

Manash Kozybayev North Kazakhstan university, Petropavlovsk, Kazakhstan

*e-mail: szhekeeva@mail.ru

BUILDING OF A FUZZY MODEL FOR EVALUATING THE WORK OF MOBILE OPERATOR'S IN MATLAB

Abstract. This article evaluates the quality of a mobile operator, the technical parameters of its mobile network, the parameters of voice mobile communication and the quality of the Internet connection. The indicators for assessing the effectiveness of cellular communications were studied and analyzed, the main indicators for analyzing and assessing the effectiveness of the operator's work were determined, and a fuzzy model was developed to assess the effectiveness of the quality of the cellular operator's work. The fuzzy assessment model was tested and the results were analyzed. Fuzzy set theory has been used to create a model that provides an overview of the performance of a mobile operator and its ability to compare with competitors. In the developed model, the assessment of the quality of communication is objective in relation to the time of obtaining the data for assessment. The advantages of the model lie in its versatility, minimal size, ease of use and speed of obtaining results.

Keywords: mobile operator, communication service quality, fuzzy set theory, fuzzy logic, fuzzy model.

С.С. Жекеева*, Л.В. Долматова, Е.В. Ушакова

Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

*e-mail: szhekeeva@mail.ru

ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ РАБОТЫ СОТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ В СРЕДЕ MATLAB

Аннотация. В данной статье оценивается качество работы мобильного оператора, технические параметры его мобильной сети, параметры голосовой мобильной связи и качество Интернет-соединения. Были изучены и проанализированы показатели оценки эффективности сотовой связи, определены основные показатели для анализа и оценки эффективности работы оператора связи и разработано нечеткая модель для оценки эффективности качества работы сотового оператора. Произведено апробация нечеткой модели оценки и полученные результаты проанализированы. Теория нечетких множеств была использована для создания модели, которая дает общее представление о производительности мобильного оператора и его способности сравнивать с конкурентами. В разработанной модели оценка качества связи является объективной относительно времени получения данных для оценки. Достоинства модели заключаются в ее универсальности, минимальном размере, простоте использования и скорости получения результата.

Ключевые слова: оператор сотовой связи, качества обслуживания связи, теория нечетких множеств, нечеткая логика, нечеткая модель.