

А.Е. Ержанова*

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан

*e-mail: erjanova_akbota@mail.ru

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РАСТЕНИЙ ПО ВЕГЕТАЦИОННЫМ ПЕРИОДАМ ДЛЯ АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Аннотация. В статье представлен материал и методика исследований космических изображений, основанных на анализе спектрального коэффициента яркости.

На основе данных, полученных в ходе экспериментов для получения численных значений СКЯ, которые опубликованы в открытой печати, выявлены закономерности поведения процессов отражения грунтов и растительности, и предложена кластеризация диапазонов мультиспектрального распределения волн, на которых можно однозначно выявить вид рассматриваемых объектов. Так как распределение СКЯ растений различаются по вегетационным периодам, то для них также предложена вышесказанная кластеризация диапазонов СКЯ. Следует отметить, что распределение спектров яркости зависит от климатических, географических условий произрастания видов растений и для каждого региона является уникальным. Данное исследование связано с Акмолинской областью, которая сама делится на четыре зоны.

Данные СКЯ, принадлежащие кластерам, отражают нормальное развитие видов растений. Если имеются отклонения, то есть СКЯ не принадлежит кластеру, тогда имеется алгоритм, который выявляет причину отклонения и предлагает план мероприятий по устранению недостатка.

Ключевые слова: длина волн, отражательная способность, спектральный коэффициент яркости, вегетационный период, растения, сельхозкультура, кластеризация.

Введение. Для анализа результатов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и подстилающей поверхности как правило выделяют и рассматривают три интервала спектра электромагнитного излучения: видимый, инфракрасный и микроволновый

В данной работе рассматриваются значения яркости в различных интервалах электромагнитного спектра, для получения информативных интервалов для выделения исследуемого объекта, например для выделения типов грунтов и почв, видов растительности, влажности, поражения сельскохозяйственных культур. Данная методика создания графиков СКЯ позволяет выделить вид растительности или подстилающей поверхности и т.д.

В работах ученых [9-13] для выявления вида рассматриваемого объекта используется сравнение изображения этого объекта с эталонным изображением. Для сравнения используются статистические методы по большой выборке данных двух изображений, которые требуют больших вычислительных ресурсов, а также индексы NDVI, а использование индексов NDVI имеют один недостаток: для одного значения NDVI соответствуют множество пар значений СКЯ, что влечет неоднозначность результатов исследования. Для обхода данной проблемы используется следующая процедура: на основе значений СКЯ создается NDVI - индексное изображение, что также требует дополнительных вычислений.

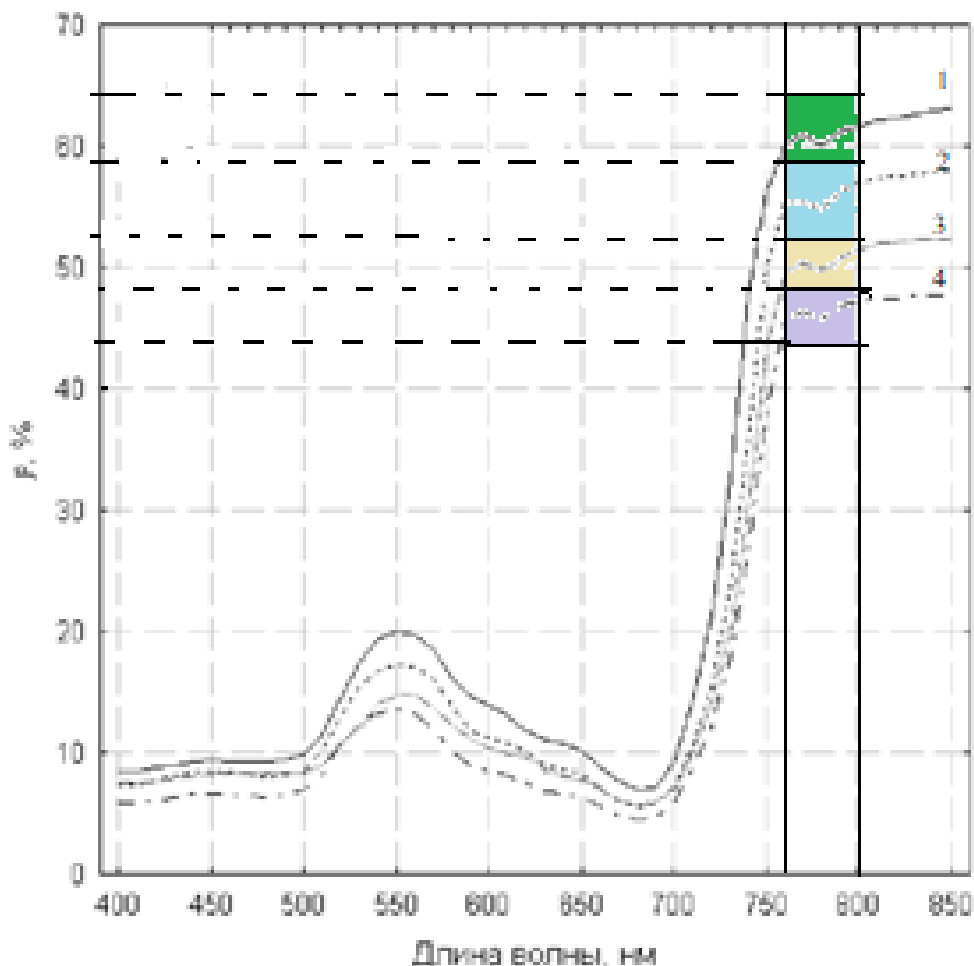
В нашем исследовании мы выявили кластеры в мультиспектральных изображениях, и эти кластеры позволяют использовать минимальные вычислительные ресурсы. В нашем случае используются только значения СКЯ и выделенные нами кластеры, что влечет минимальные вычислительные ресурсы.

Спектральные характеристики и отражательная способность растений зависят от их характеристик. Когда накапливается в растении хлорофилл и разные пигменты, изменится их поглощательная и отражательная способность. СКЯ сельхозкультур меняется по вегетационным периодам следующим образом: после диапазона 0,66 мкм-0,68 мкм растет до

ближнего инфракрасного спектра, причина – полное формирование плотности растения, а затем убывает по мере возрастания длины волн.

Экспериментальные данные и методы анализа данных. Анализ изображений на основе СКЯ позволяет распознать вид растения и изменения в растениях по вегетационным периодам. Наши исследования позволяют обнаруживать здоровое ли растение, если нет, то какие негативные факторы повлияли на растение: болезнь, увядание, нехватка удобрений, поражение насекомыми и так далее, а также прогнозировать урожайность.

Рисунок 1 показывает, как можно организовать разбиение спектра коэффициентов яркости, для дальнейшего распознавания вида культур и её нормального роста.



1- ячмень, 2 - многолетняя трава, 3 - овес, 4 – пшеница.

Рисунок 1. Выделенные интервалы для идентификации нормально развитых сельхозкультур [2]

Для длины волн от 760 нм до 800 нм: ■ - выделяет область, где определяется СКЯ [59; 64] для нормальной развитие ячменя; ■ - выделяет область, где определяется СКЯ [54; 58] для нормальной развитие многолетней травы; ■ - выделяет область, где определяется СКЯ [48; 53] для нормальной развитие овса; ■ - выделяет область, где определяется СКЯ [43; 47] для нормальной развитие пшеницы.

Таблица 1. Коэффициент спектральной яркости сельхозкультур. [4]

Длина волны, нм	Пшеница	Ячмень	Овес	Рожь	Картофель
	Значения КСЯ				
400	3	4	2,8	2,5	3,6
450	4	5	3,3	3,5	5,95
500	4	5,6	4,2	4,6	6,65
550	7	7,5	8,1	8,2	9
600	5,5	7,5	7,5	7	8,9
650	5	6,8	6,8	7,5	8,25
700	5	9,5	9,8	15	15
750	18,5	18,7	26	31,2	29,6
800	20,5	20,9	30	33,7	36
850	21	22,3	31,8	35,8	39,6
900	22	23,7	32,7	38	40,7
950	24	25,6	31,6	38,5	40,85
1000	27	28,3	33,5	37,4	39,25
1050	27	29,2	34,6	36,2	38,6
1100	27,2	29,4	36	38,3	39
1150	25	27,4	29,6	36,2	37,35
1200	26	28,1	31,4	31,7	34,9

По данным таблицы 1 строим графики спектральных кривых для кластеризации диапазонов волн.

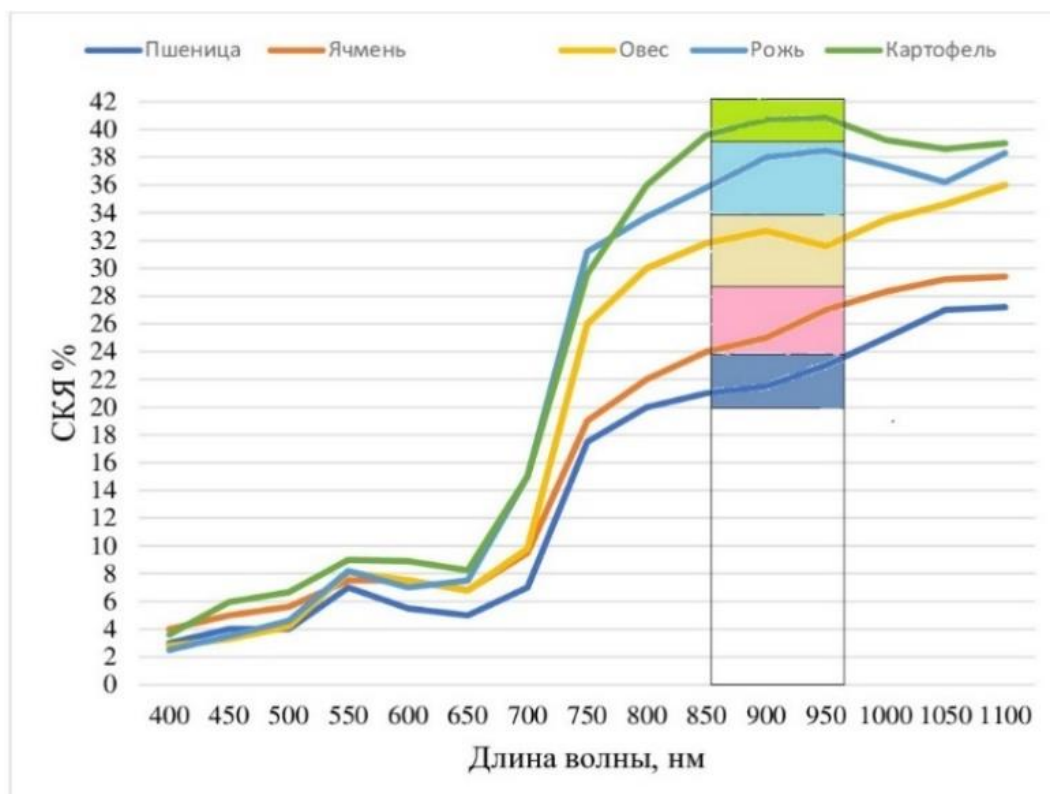


Рисунок 2. Выделенные интервалы для идентификации сельхозкультур

Выводы для длины волн от 850 нм до 950 нм:

- 1) - выделяет область, где определяется СКЯ [39; 42] для нормальной развития картофеля;
- 2) - выделяет область, где определяется СКЯ [34; 39] для нормальной развитие ржи;
- 3) - выделяет область, где определяется СКЯ [29; 34] для нормальной развитие овса;
- 4) - выделяет область, где определяется СКЯ [24; 29] для нормальной развитие ячменя,
- 5) - выделяет область, где определяется СКЯ [20; 24] для нормальной развитие пшеницы.

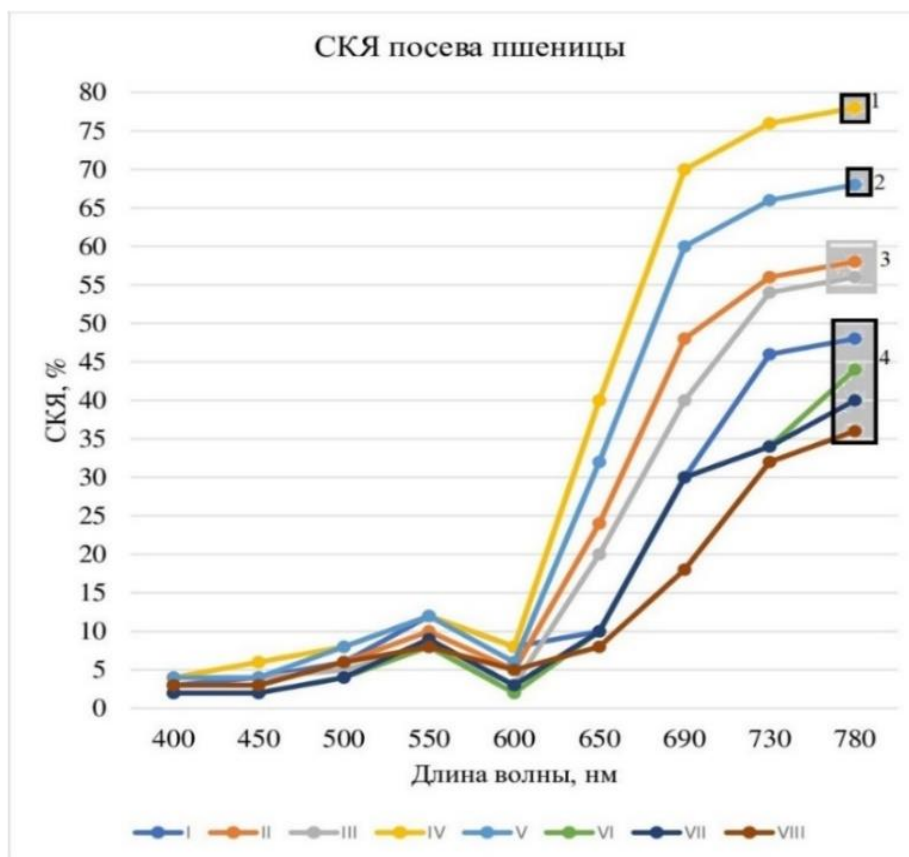


Рисунок 3. СКЯ посева пшеницы

Выводы для длины волн от 750 нм до 780 нм:

- 2) I-10.06; VI-14.08; VII-22.08; VIII-02.09 в данные вегетационные периоды (на рисунке имеет номер 4) СКЯ принадлежит интервалу [35; 50];
- 3) II-22.06; III-04.07 в данные вегетационные периоды (на рисунке имеет номер 3) СКЯ принадлежит интервалу [55; 60];
- 4) V-19.07 в данный вегетационного периода (на рисунке имеет номер 2) СКЯ принадлежит интервалу [67; 70];
- 5) IV-14.07; в данный вегетационного периода (на рисунке имеет номер 1) СКЯ принадлежит интервалу [77; 80].

Основные результаты исследований НИР. Проверяем на II вегетационный период соответствия СКЯ (NDVI) шаблону.

Если не соответствии, то определяем причину (по влажности, по удобрениям, по сорным травам) и предлагаем план мероприятий по устранению недостатков.

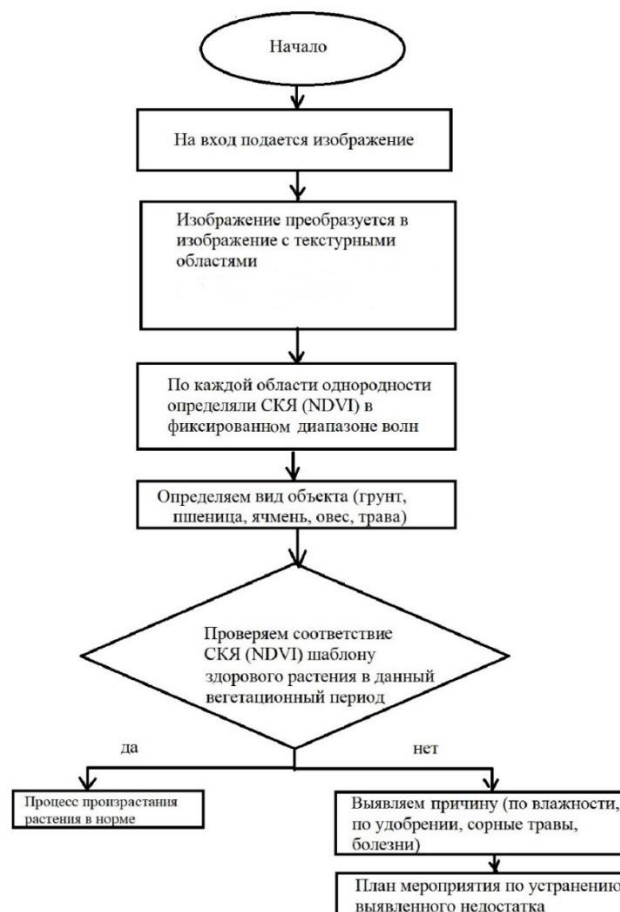


Рисунок 13. Блок – схема

Заключение. Полученные в данной работе зависимости позволят создать информационную систему, которая по результатам ДЗЗ умеет:

1. Определять здоровый рост растений;
2. Выявлять различные нарушения в процессе роста сельхозкультур;
3. По итогам мониторинга растительности предложить план мероприятий по устранению нарушений согласно агрономической науке.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Книжникова Ю.Ф., Тутубалина О.В., Балдина Е.А., Чалова Е.Р. Компьютерная обработка аэрокосмических снимков. Работа с многозональными снимками в свободно распространяемой программе *MultiSpec* [электрон. ресурс]. – URL: http://www.geogr.msu.ru/science/aero/acenter/int_sem2/Theme3.htm.

[2] Пугачева И.Ю., Сидько А.Ф., Шевырногов А.П. Анализ динамики спектральной отражательной способности посевов сельскохозяйственных культур в период вегетации на территории Красноярского края и Республики Хакасия по наземным и спутниковым измерениям// Исследование земли из космоса – 2008. – № 6. - С. 52-59.

[3] Сидько А.Ф., Пугачева И.Ю., Шевырногов А.П. Исследование динамики спектральной яркости посевов сельскохозяйственных культур в период вегетации на территории Красноярского края// - Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 1 – 2009. – №2. – С. 100-111.

[4] Алтынов А.Е., Малинников В.А., Попов С.М., Стеценко А.Ф. Спектрометрирование ландшафтов. -М.: МИИ- ГАиК. УПП «Репрография», 2010. -120 с.

[5] О.В. Савицкая. Методы спутникового мониторинга оценки состояния и продуктивности посевов зерновых культур. ФГБУ «ВНИИСХМ». Обнинск, 2016. 184с.

- [6] Клещенко, А.Д. Оценка состояния зерновых культур с применением дистанционных методов / А.Д. Клещенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 190
- [7] Байшоланов С.С., Полевой А.Н. Оценка влагообеспеченности вегетационного периода в северной зерносеющей территории Казахстана // – Физическая география и геоморфология: Научный сборник. К.: Киевский национальный университет им. Т. Шевченко. – 2016. – 3(83) – С. 95-102.
- [8] Байшоланов С.С., Муканов Е.Н., Чернов Д.А., Жакиева А.Р. Агроклиматические особенности вегетационного периода в Акмолинской области // Гидрометеорология и экология. Алматы: Казгидромет. – 2016. – № 2. – С. 27-37.
- [9] Терехин Е. А. Информативность спектральных индексов растительности для декодирования сельскохозяйственной растительности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012 Т. 9. № 4. С. 243-248.
- [10] Терехин Е. А. Метод картирования долгосрочных изменений в лесах на основе анализа их спектральных характеристик по серии спутниковых данных в разное время. Исследование Земли из космоса, 2013, № 5, с. 62-69.
- [11] Борисова М. В. Разработка методики автоматизированного декодирования космического изображения земной поверхности с использованием системы n-мерных спектральных признаков: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 25.00.34. Москва, 2010 – с. 185.
- [12] Кринов, Е. Л. Спектральная отражательная способность природных образований // Е. Л. Кринов; АН СССР, Лаб. аэрофотосъемки. - М.; Л.: Изд - во АН СССР, 1947. - 270, [2] с.-Библиография: с. 114-116.
- [13] Малинников В. А., Стеценко А. Ф., Алтынов А. Е., Попов С. М. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами. Учебник для студентов вузов. - М.: Изд-во МИИГАиК, 2008, 145 с.

REFERENCES

- [1] Knizhnikova Yu.F., Tutubalina O.V., Baldina E.A., Chalova E.R. Komp'yuternaya obrabotka aerokosmicheskikh snimkov. Rabota s mnogozonal'nymi snimkami v svobodno rasprostranyaemoy programme MultiSpec [elektron. resurs]. – URL: http://www.geogr.msu.ru/science/aero/acenter/int_sem2/Theme3.htm.
- [2] Pugacheva I.Yu., Sid'ko A.F., Shevyrnogov A.P. Analiz dinamiki spektral'noi otrazhatel'noi sposobnosti posevov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v period vegetatsii na territorii Krasnoyarskogo kraya i Respubliki Khakasiya po nazemnym i sputnikovym izmereniyam// Issledovanie zemli iz kosmosa – 2008. – № 6. - S. 52-59.
- [3] Sid'ko A.F., Pugacheva I.Yu., Shevyrnogov A.P. Issledovanie dinamiki spektral'noi yarkosti posevov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v period vegetatsii na territorii Krasnoyarskogo kraya// - Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 1 – 2009. – №2. – S. 100-111.
- [4] Altynov A.E., Malinnikov V.A., Popov S.M., Stetsenko A.F. Spektrometrirovaniye landshaftov. -M.: MII- GAiK. UPP «Reprografiya», 2010. -120 s.
- [5] O.V. Savitskaya. Metody sputnikovogo monitoringa otsenki sostoyaniya i produktivnosti posevov zernovykh kul'tur. FGBU «VNIISKHM». Obninsk, 2016. 184s.
- [6] Kleshchenko, A.D. Otsenka sostoyaniya zernovykh kul'tur s primeneniem distantsionnykh metodov / A.D. Kleshchenko. – L.: Gidrometeoizdat, 1986. – S. 190.
- [7] Baisholanov S.S., Polevoi A.N. Otsenka vlagoobespechennosti vegetatsionnogo perioda v severnoi zernoseyushchei territorii Kazakhstana // – Fizicheskaya geografiya i geomorfologiya: Nauchnyi sbornik. K.: Kievskii natsional'nyi universitet im. T. Shevchenko. – 2016. – 3(83) – S. 95-102.
- [8] Baisholanov S.S., Mukanov E.N., Chernov D.A., Zhakieva A.R. Aгроклиматические особенности вегетационного периода в Акмолинской области // Гидрометеорология и экология. Алматы: Казгидромет. – 2016. – № 2. – S. 27-37.
- [9] Terekhin E. A. Informativnost' spektral'nykh indeksov rastitel'nosti dlya dekodirovaniya sel'skokhozyaistvennoi rastitel'nosti // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2012 T. 9. № 4. S. 243-248.
- [10] Terekhin E. A. Metod kartirovaniya dolgosrochnykh izmenenii v lesakh na osnove analiza ikh spektral'nykh kharakteristik po serii sputnikovyykh dannykh v raznoe vremya. Issledovanie Zemli iz kosmosa, 2013, № 5, s. 62-69.
- [11] Borisova M. V. Razrabotka metodiki avtomatizirovannogo dekodirovaniya kosmicheskogo izobrazheniya zemnoi poverkhnosti s ispol'zovaniem sistemy n-mernykh spektral'nykh priznakov: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. 25.00.34. Moskva, 2010 – s. 185.

[12] Krinov, E. L. Spektral'naya otrazhatel'naya sposobnost' prirodnykh obrazovaniy // E. L. Krinov; AN SSSR, Lab. aerofotos"emki. - M.; L.: Izd - vo AN SSSR, 1947. - 270, [2] s.-Bibliografiya: s. 114-116.

[13] Malinnikov V. A., Stetsenko A. F., Altynov A. E., Popov S. M. Monitoring prirodnoi sredy aerokosmicheskimi sredstvami. Uchebnik dlya studentov vuzov. - M.: Izd-vo MIIGAiK, 2008, 145 s.

А.Е. Ержанова*

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

*e-mail: erjanova_akbota@mail.ru

ҒАРЫШТЫҚ ТҮСІРІЛІМДЕРДІ ТАЛДАУ ҮШІН ВЕГЕТАЦИЯЛЫҚ КЕЗЕҢДЕР БОЙЫНША ӨСІМДІКТЕРДІҢ СПЕКТРЛІК ҚАСИЕТТЕРІ

Андатпа. Мақалада спектральды жарықтылық коэффициентін талдауға негізделген ғарыштық кескіндерді зерттеудің материалы мен әдістемесі келтірілген.

Ашық баспасөзде жарияланған СЖК сандық мәндерін алу үшін эксперименттер барысында алынған мәліметтер негізінде топырақ пен өсімдіктердің шағылысу процестерінің мінез-құлық заңдылықтары анықталды және қарастырылатын объектілердің түрін біржақты анықтауға болатын толқындардың көп спектрлі таралу диапазондарын кластерлеу ұсынылды. Өсімдіктердің СЖК таралуы вегетациялық кезеңдерде әр түрлі болғандықтан, олар үшін СЖК диапазондарының жоғарыда аталған кластерленуі ұсынылады. Жарықтық спектрлерінің таралуы өсімдік түрлерінің климаттық, географиялық өсу жағдайларына байланысты және әр аймақ үшін ерекше екенін атап өткен жөн. Аталған зерттеу Ақмола облысымен байланысты, ол өзі төрт аймаққа бөлінеді.

Кластерлерге тиесілі СЖК деректері өсімдік түрлерінің қалыпты дамуын көрсетеді. Егер ауытқулар болса, яғни СЖК кластерге жатпайды, онда ауытқудың себебін анықтайтын алгоритм бар және кемшілікті жою бойынша іс-шаралар жоспарын ұсынады.

Негізгі сөздер: толқын ұзындығы, шағылысу, жарықтылықтың спектрлік коэффициенті, вегетациялық кезең, өсімдіктер, ауылшаруашылық дақылдары, кластерлеу.

А.Ye.Yerzhanova*

Eurasian National University named After L. N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan

*e-mail: erjanova_akbota@mail.ru

SPECTRAL PROPERTIES OF PLANTS BY VEGETATION PERIODS FOR ANALYSIS OF SATELLITE IMAGES

Abstract. The article presents the material and methods for studying space images based on the analysis of the spectral luminance coefficient (SLC).

Based on the data obtained during experiments to obtain numerical values of the SLC, which are published in the open press, patterns of behavior of soil and vegetation reflection processes are revealed, and clustering of multispectral wave distribution ranges is proposed, which can uniquely identify the type of objects under consideration. Since the distribution of plant SLC varies by vegetation period, the above-mentioned clustering of SLC ranges is also proposed for them. It should be noted that the distribution of luminance spectra depends on the climatic and geographical conditions of plant species and is unique for each region. This study is related to the Akmol region, which itself is divided into four zones.

The cluster based SLC data reflect the normal development of plant species. If there are deviations, i.e., the SLC does not belong to the cluster, then there is an algorithm that identifies the reason for the deviation and suggests an action plan to eliminate the defect.

Keywords: wavelength, reflectivity, spectral luminance coefficient, vegetation period, plants, agricultural crop, clustering.