

**ЭФФЕКТИВНОЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ****ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ЖЕРДІ ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ****EFFICIENT LAND USE BASED ON REMOTE SENSING DATA*****Е.М. КЕНЖЕГАЛИЕВ*****докторант Ph.D**Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан***электронная почта автора: yelaman30@gmail.com****Е.М. КЕНЖЕГАЛИЕВ*****Ph.D докторанты**С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Султан, Қазақстан***автордың электрондық поштасы: yelaman30@gmail.com****Y. KENZHEGALIYEV*****Ph.D student**S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Kazakhstan***corresponding author e-mail: yelaman30@gmail.com*

Аннотация. *Цель* – исследовать пути применения данных дистанционного зондирования Земли в целях эффективного землепользования. *Методы* – обобщена подробная информация о текущем расположении определенных видов сельскохозяйственных культур на исследуемых территориях, которая открывает возможности эффективного использования посевных площадей. Выявлено, что основой принципа рассматриваемого метода является взаимосвязь состояния и структуры типов растительности с ее отражательной способностью. Определено, что сведения о спектральном отражательном свойстве растительного покрова в перспективе могут способствовать замещению более трудоемких методов лабораторного анализа. Для классификации сельхозугодий выбраны космоснимки среднего пространственного разрешения с комбинацией каналов в естественных цветах. *Результаты* – рассмотрен способ идентификации сельскохозяйственных растений путем классификации по алгоритму максимального правдоподобия. Используемые повсеместно комплексы геоинформационных программных продуктов с модулями специальной обработки изображений позволяют выводить показатели в виде растровых изображений. Показано, что применение данных дистанционного зондирования Земли является наиболее актуальным решением в вопросах распознавания сельхозкультур и позволяет упростить выполнение таких видов работ, как анализ интенсивности землепользования, оценка степени засоренности и определение продуктивности культур. *Выводы* – результаты исследования, приведенные в статье, свидетельствуют, что своевременная информация о текущем расположении отдельных видов сельскохозяйственных культур на исследуемых территориях заметно упрощает реализацию поставленных задач и повышает ресурсный потенциал земель сельскохозяйственного назначения. В свою очередь на спектральную отражательную способность растительности влияют сроки проведения съемки и состояние окружающей среды.

Аңдатпа. *Мақсаты* – жерді тиімді пайдалану мақсатында Жерді қашықтықтан зондтау деректерін қолдану жолдарын зерттеу. *Әдістер* - зерттелетін аумақтардағы ауылшаруашылық дақылдарының белгілі бір түрлерінің ағымдағы орналасуы туралы егжей-тегжейлі ақпарат жинақталған, бұл егістік алқаптарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Қарастырылып отырған әдіс принципінің негізі өсімдік түрлерінің күйі мен құрылымының оның шағылысу қабілетімен байланысы екендігі анықталған. Болашақта өсімдік жамылғысының спектрлік шағылысу қасиеттері туралы ақпарат зертханалық талдаудың көп уақытты қажет ететін әдістерін алмастыруға ықпал етуі мүмкін екендігі анықталған. Ауылшаруашылық жерлерін жіктеу үшін табиғи түстердегі арналардың тіркесімімен орташа кеңістіктік ажыратым-дылықтағы ғарыштық суреттер таңдалған. *Нәтижелері* - максималды ықтималдылық алгоритмі бойынша жіктеу арқылы ауылшаруашылық өсімдіктерін сәйкестендіру әдісі қарастырылған. Арнайы кескіндерді өңдеу

отражательной способности растительности, которая характеризуется разностью в отражении излучения волн различных длин. Информация о взаимосвязи состояния и структуры типов растительности с ее отражательной способностью позволяет классифицировать типы растительности.

Материал и методы исследования.

Научные достижения в технологиях дистанционного зондирования способствует более точному дешифрированию и получению биофизических и биохимических характеристик возделываемых культур.

Эффективность использования сельскохозяйственных угодий определяется с помощью государственного мониторинга, который позволяет выявлять различные изменения в почвенном плодородии с применением инновационных технологий, дать их оценку, сформировать прогноз дальнейшего использования, а также снабжать своевременной информацией сельскохозяйственную отрасль [4].

Вследствие того, что на территории республики имеется большое количество пахотных земель, необходимо рационально использовать системы автоматизированного дешифрирования с помощью специальных программных комплексов. Автоматизированное дешифрирование выполняется на основе определенных методов, позволяющих классифицировать объекты по некоторым схожим признакам. Важное значение имеет рассмотрение возможности выявления неиспользуемых и неэффективно используемых земель.

Классификация – это процесс назначения объектов растрового цифрового изображения к предопределенному тематическому классу и может быть применена к однородным и неоднородным сельскохозяйственным культурам. Идентичность значений свойственных им признаков позволяет выделить каждый отдельный класс [5].

Результаты и их обсуждение. Способ идентификации растительных объектов по космическим снимкам дистанционного зондирования Земли реализуется на основе проведения космического мониторинга посевов сельскохозяйственных культур на территории Республики Казахстан, состоящий из двух этапов. Первый этап включает в себя получение и обработку спутниковых изображений с данными дистанционного зондирования Земли (рисунок 1). Вторым этапом выполняется анализ разновременных спутниковых изображений, визуальное дешифрирование, проведение контролируемой классификации многозонального спутникового изображения по алгоритму «максимального правдоподобия» (рисунок 2).

В соответствии с теорией распознавания образов изображение, полученное с космического аппарата, необходимо классифицировать путем деления определенного пространства признаков на некоторые изолированные участки. Каждый из них должен содержать набор значения признаков, присущий для конкретного класса объектов, и задать классу каждый n -ый пиксель изображения в той области, в которой придется его вектор признаков [6]. Границы, которые разделяют полученные результирующие области, называются решающими, а области – областями решения. Способ назначения пикселей изображений к областям решений определяет правило принятия решений, которое работает согласно заданным компьютерным алгоритмам.

Данный принцип классификации складывается на базе типичных характеристик объектов, которые принадлежат к уже известному конкретному классу (к примеру, характеристики некоторых эталонных объектов на тестовых территориях).

Математическая теория распознавания образов регламентирует методы автоматизированной классификации путем создания определенных правил, выполняющих классификацию геометрических объектов по свойственным им признакам. В контролируемой автоматической классификации каждый некоторый пиксель изображения сопоставляется с определенным классом объектов на земле, соответствующих определенной области в пространстве признаков.

Классификация путем применения алгоритма максимального правдоподобия (Maximum Likelihood) заключается в определении вероятности, с которой пиксель попадает в определенный заданный класс. В общем случае, вероятностное распределение набора спектральных признаков, характеризующих каждый выбранный класс, позволяет определить возможное нахождение пиксела в некотором месте пространства признаков.

Классификация по алгоритму максимального правдоподобия выполняется в несколько этапов. Первым этапом является определение того, какие наборы классов объектов будут выбраны в результате процесса. Это могут быть такие сельскохозяйственные культуры, как пшеница, рожь, ячмень и т.д. На втором этапе формируются типичные пиксели для каждого из набора классов объектов, т.е. создается обучающая выборка.

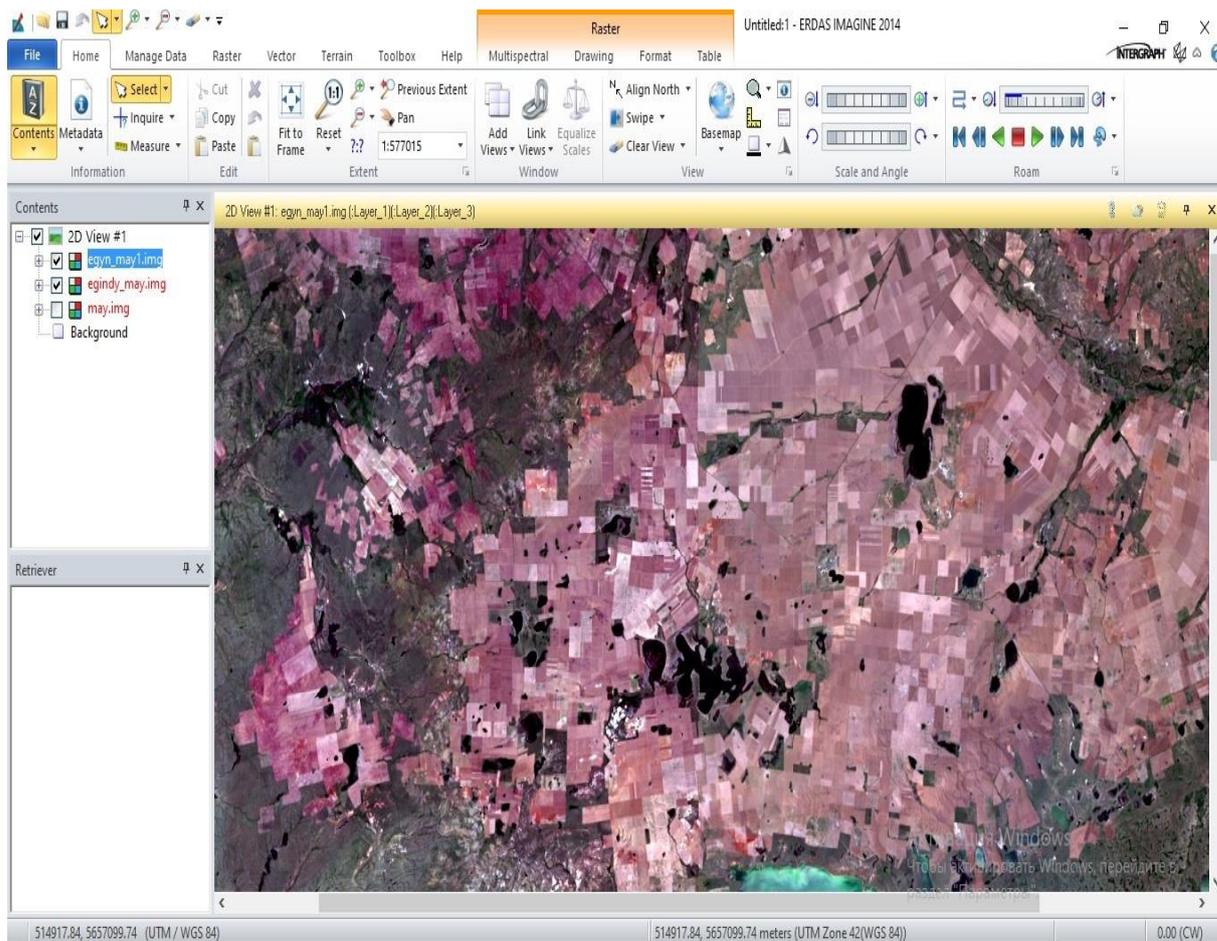


Рисунок 1 – Формирование выборки на основе спутникового изображения Sentinel-2

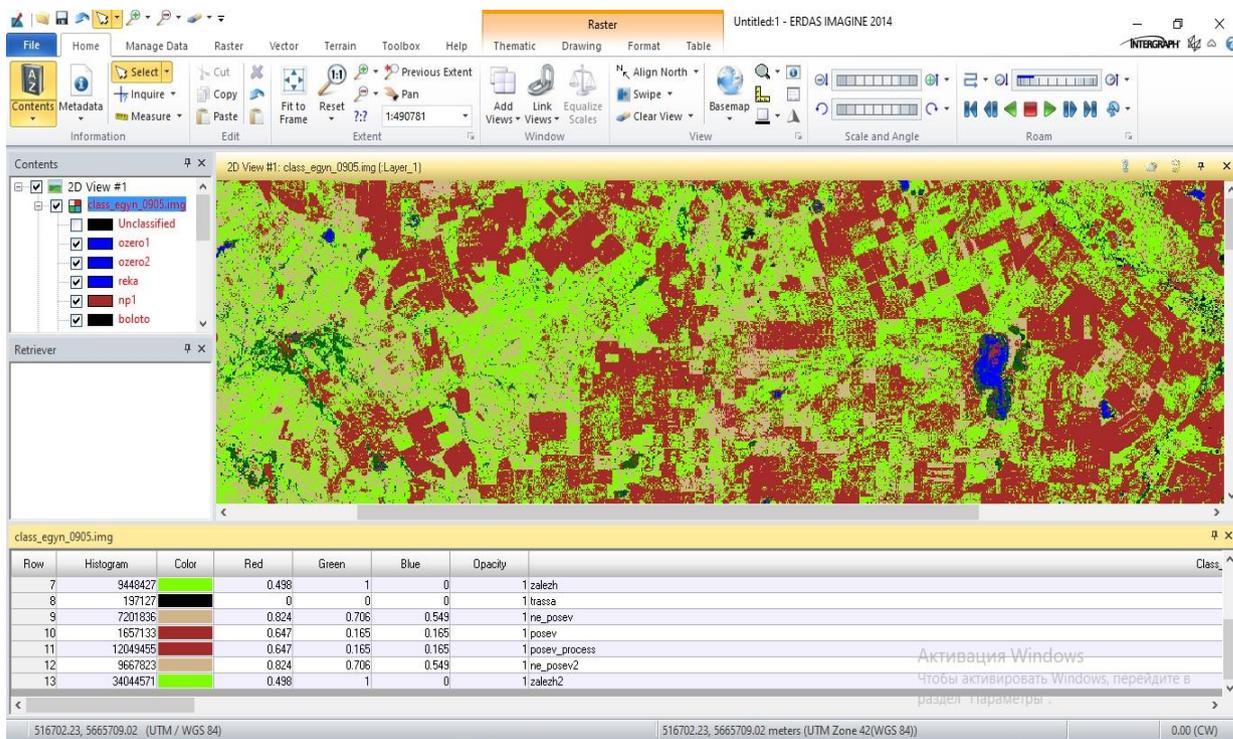


Рисунок 2 – Получение «спектрального образа» каждого из классов (классифицированное изображение)

Третьим этапом является нахождение параметров «спектрального образа» каждого из классов, образующегося в результате набора опорных пикселей. Набор параметров напрямую зависит от выбранного для классификации алгоритма. Заключительный этап процесса классификации – отображение всего изображения и присвоение каждого пикселя к тому или иному классу.

Анализ данных дистанционного зондирования показал взаимосвязь изменения спектральных характеристик посевов сельскохозяйственных культур в период активной вегетации и степень их засоренности [7]. Для более качественного и детального разделения сельскохозяйственных культур по видовому составу необходимо учитывать условия фазового развития растений. Учет заключается в анализе динамики развития культур по серии снимков, получаемых в течение вегетационного периода.

Заключение

Использование описанного метода позволит:

1. Эффективно распоряжаться сельскохозяйственными угодьями, а также выполнять анализ интенсивности землепользования, оценивание состояния, засоренности и определение продуктивности культур.

2. Фермерам и сельхозтоваропроизводителям контролировать процесс обработки земли, контролировать систему севооборота, определять степень пашни месторождений, виды сельскохозяйственных культур для исключения монокультуры и т.д. [8].

3. Разрабатывать рекомендации и программы с целью сохранения и восстановления плодородия почв.

4. Снабжать актуальной и достоверной информацией и сведениями о возделываемых культурах в целях ведения статистики и контроля.

5. Многочисленные исследования доказали, что алгоритм максимального правдоподобия является наиболее подходящим методом для классификации по сравнению с иными подходами [9,10].

Список литературы

[1] Сахарова, Е.Ю. Идентификация сельскохозяйственных культур на основе использования данных дистанционного зондирования Земли / Е.Ю. Сахарова, Л.А., Сладких, Е.Н. Кулик // Интерэкспо Гео-Сибирь. -2016. – С.21.

[2] Ozeranskaya, N. Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of Kazakhstan / N. Ozeranskaya, R. Abeldina, G. Kurmanova, Zh.

Moldumarova, L. Smunyova / International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). –2018. - Vol. 9.- Issue 13. - P. 1500-1513.

[3] Послание Главы государства К.-Ж.Токаева народу Казахстана «Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны» [Электронный ресурс].– 2021.-URL: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-183048> (дата обращения: 05.09.2021г.).

[4] Шаймерденова, А.А. Мониторинг сельскохозяйственных земель / А.А. Шаймерденова, Л.А. Глушань // Проблемы агрорынка. – 2019.- №1.- С. 142-149.

[5] Голованов, А.И. Дешифрирование аэрокосмических снимков / А.И. Голованов // Перспективы развития информационных технологий. -2014. – С.14.

[6] Чабан, Л.Н. Методы и алгоритмы распознавания образов в автоматизированном дешифрировании данных дистанционного зондирования: учеб. пособие / Л.Н. Чабан, 2017. – С.10.

[7] Методы учета засоренности посевов [Электронный ресурс].- 2018.- URL: <http://mseonline.ru/zemledelie/metody-ucheta-zasorennosti-posevov.html> (дата обращения: 05.09.2021г.).

[8] Курманова, Г.К. ГАЖ технологиясына негізделген жер мониторингі / Г.К. Курманова, А.А. Молдахметов //Проблемы агрорынка.- 2018.-№2.–Б.202-208.

[9] Мягкий, П.А. Гис-технологии в землеустройстве и мониторинг земель / П.А. Мягкий // Информация и образование: грани-цы коммуникаций. - 2016. - №8 (16). – С. 108-109.

[10] Харазми Р., Чабан Л.Н., Каркон В.М.М., Паниди Е.А, Митрофанов Е.М. Оценка точности различных методов контролируемой классификации в аридных территориях / Р. Харазми, Л.Н Чабан, В.М.М Каркон, Е.А. Паниди, Е.М. Митрофанов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка.- 2017.- № 5.- С. 106-110.

References

[1] Saharova, E.Ju. & Sladkih, L.A. & Kulik, E.N. (2016). Identifikacija sel'skohozjajstvennyh kul'tur na osnove ispol'zovanija dannyh distancionnogo zondirovanija Zemli [Identification of agricultural crops based on the use of remote sensing data]. *Interjekspo Geo-Sibir'*, 21 p. [in Russian].

[2] N.Ozeranskaya & R. Abeldina & G. Kurmanova & Zh. Moldumarova & L. Smunyova (2018). Agricultural land management in the system of sustainable rural development in the republic of Kazakhstan. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(13), 1500-1513.

[3] Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana ot 1 sentjabrja 2021 goda «Edinstvo naroda i sistemnye reformy – prochnaja osnova процветания страны» [Message from the Head of State K.-Zh. Tokayev to the people of Kazakhstan "The unity of the people and systemic reforms are a solid foundation for the country's prosperity"] (2021). Available at: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-183048> (date of access: 05.09.2021) [in Russian].

[4] Shajmerdenova, A.A. & Glushan' L.A. (2019). Monitoring sel'skohozjajstvennyh zemel' [Monitoring of agricultural land]. *Problemy agrorjynka – Problems of agrimarket*, 1, 142-149 [in Russian].

[5] Golovanov, A.I. (2014). Deshifrirovaniye ajerokosmicheskikh snimkov [Deciphering aerospace imagery]. *Perspektivy razvitiya informacionnyh tehnologij - Prospects for the development of information technologies*, 14 [in Russian].

[6] Chaban, L.N. (2017). Metody i algoritmy raspoznavaniya obrazov v avtomatizirovannom deshifirovanii dannyh distancionnogo zondirovaniya [Methods and algorithms of pattern recognition in automated decryption of remote sensing data]. *Uchebnoe posobie*, 10 p. [in Russian].

[7] Metody ucheta zasorennosti posevov [Methods of accounting for the contamination of crops]. (2018). Available at: <http://mseonline.ru/zemledelie/metody-ucheta-zasorennosti-posevov.html> (date of access: 05.09.2021) [in Russian].

[8] Kurmanova, G.K. & Moldahmetov, A.A. (2018). GAZh tehnologijasy na negizdelgen zher monitoringi [Land monitoring based on GIS technologies]. *Problemy agrorjynka – Problems of agrimarket*, 2, 202-208 [in Kazakh].

[9] Mjagkij, P.A. (2016). Gis-tehnologii v zemleustrojstvo i monitoring zemel' [GIS technologies in land management and land monitoring]. *Informacija i obrazovanie: granicy kommunikacij - Information and education: the frontiers of communication*, 8 (16), 108-109 [in Russian].

[10] Harazmi, R. & Chaban, L.N. & Karkon, V.V. & Panidi, M.A. & Mitrofanov, E.M. (2017). Ocenka tochnosti razlichnyh metodov kontroli-ruemoj klassifikacii v aridnyh territorij [Evaluation of the accuracy of various methods of controlled classification in arid territories]. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Geodezija i ajerofotosemka - Proceedings of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography*, 5, 106-110 [in Russian].

Информация об авторе:

Кенжегалиев Еламан Муратулы – основной автор; докторант Ph.D; Образовательная программа «Кадастр»; Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина; 010011 пр.Женис, 62, г.Нур-Султан, Казахстан; e-mail: yelaman30@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2278-9893>

Автор туралы ақпарат:

Кенжегалиев Еламан Муратулы – негізгі автор; Ph.D докторанты; «Кадастр» білім беру бағдарламасы; С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті; 010011 Жеңіс даңғ., 62, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан; e-mail: yelaman30@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2278-9893>

Information about author:

Kenzhegaliev Yelaman – The main author; Ph.D student; "Cdastre" educational program; S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University; 010011 Zhenis Ave., 62, Nur-Sultan, Kazakhstan; e-mail: yelaman30@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2278-9893>