

Научно-практическая статья/Research article

УДК 631:502.173(574)

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-3-165-175>

Формирование системы мониторинга для выявления неиспользуемых сельскохозяйственных земель Республики Казахстан

Т. Т. Жагипарова¹, О. С. Музыка¹, Н. И. Добротворская^{2✉}, О. И. Малыгина²

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: dobrotvorskaya@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с целью выявления неиспользуемых сельскохозяйственных угодий и принятия управленческих мер на территории Республики Казахстан. Целью исследования являлось обоснование системы мониторинга, представляющей собой сочетание методов дистанционного зондирования Земли с использованием нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI) с методами статистического и кадастрово-правового анализа для оценки состояния и использования сельскохозяйственных угодий. Для расчета индекса NDVI использовались видимые и ближние инфракрасные каналы спутниковой системы Sentinel-2. Полученные кривые индекса в течение вегетационного периода позволили выявить различия в способах использования пахотных угодий. На основе этих данных составлена цифровая карта использования земель на территории административного района и осуществлен расчет площади неиспользуемой пашни. Для выявления общей площади неиспользуемых пастбищных угодий осуществлялся анализ кадастрово-правовой и статистической отчетной документации. Систематизированная информация важна для управления земельными ресурсами и охраны земель Республики Казахстан.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, мониторинг земель, космические снимки, индекс вегетации, сельскохозяйственные угодья, управление земельными ресурсами, дистанционное зондирование Земли

Для цитирования:

Жагипарова Т. Т., Музыка О. С., Добротворская Н. И., Малыгина О. И. Формирование системы мониторинга для выявления неиспользуемых сельскохозяйственных земель Республики Казахстан. *Вестник СГУГиТ*. 2026. Т. 31, № 3. С. 165–175. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-3-165-175>

A framework for monitoring and mapping unused agricultural lands in Kazakhstan

T. T. Zhagiparova¹, O. S. Musica¹, N. I. Dobrotvorskaya^{2✉}, O. I. Malygina²

¹ Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Republic of Kazakhstan

² Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: dobrotvorskaya@mail.ru

Abstract. The article addresses approaches to monitoring agricultural lands aimed identifying unused farmland and supporting management decisions in the Republic of Kazakhstan. The objective of the study was to substantiate a monitoring system that combines remote sensing methods using the normalized difference vegetation index (NDVI) as well as statistical and cadastral-legal analyses to assess the condition and use of agricultural lands. NDVI was derived from the visible and near-infrared bands of the Sentinel-2 satellite. Seasonal NDVI time series allowed detection of differences in arable land use. Using these data, a digital land-use map for the administrative district was produced, and the area of unused arable land was estimated. The total area of unused pasture land was determined through analysis of cadastral records and statistical reports. The compiled information provides a systematic basis for land-resource management and land protection in the Republic of Kazakhstan.

Keywords: land monitoring, satellite images, vegetation index, land management, remote sensing

For citation:

Zhagiparova T. T., Musica O. S., Dobrotvorskaya N. I., Malygina O. I. (2026). A framework for monitoring and mapping unused agricultural lands in Kazakhstan. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 31, No. 3. pp. 165–175. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-3-165-175>

Введение

Земли сельскохозяйственного назначения в Казахстане имеют особый правовой статус, согласно которому они подлежат охране, направленной на сохранение их площади и повышение плодородия. Однако за последние десятилетия в результате перехода страны к рыночной экономике большая часть земель сельскохозяйственного назначения вышла из оборота. Это явление обусловлено рядом экономических и экологических причин. Большая часть посевных площадей республики находится в зоне рискованного земледелия, урожайность сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от погодных условий и зачастую не покрывает затрат на производство продукции. Ситуация обостряется низкой экологической устойчивостью степных ландшафтов к деградационным процессам: водной и ветровой эрозии, что приводит к снижению уровня плодородия земель и без того не очень высокого. Неиспользуемые земли довольно быстро зарастают древесно-кустарниковой растительностью. Низкая рентабельность производства и необходимость инвестиций в первичные мелиоративные мероприятия для возврата в оборот неиспользуемых земель обуславливают отток товаропроизводителей из сельскохозяйственной отрасли.

Законодательством Республики Казахстан (статьи 92, 94 и 145 Земельного кодекса РК от

20 июня 2003 г. с изменениями и дополнениями на 2025 г.) предусмотрен возврат неиспользуемых земель в оборот путем изъятия земельных участков в пользу государства и последующую передачу в собственность иного пользователя. Табл. 1 демонстрирует масштабы этого процесса.

Таблица 1. Динамика выявленных и возвращенных в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель в Республике Казахстан

Год	Площадь возвращенных неиспользуемых земель, га	Источник
2010	32 700 000	Cyberleninka (Барсукова, 2021)
2022	5 200 000	eldala.kz / выступления Минсельхоза (2022)
2023	4 600 000	Минсельхоз / СМИ (2023)
2024	2 100 000	Минсельхоз / СМИ (2024)
С 2022–2025 гг.	13 700 000	Минсельхоз / СМИ (2022–2025)

Следует отметить, что приведенные цифры отражают площадь всех видов сельскохозяйственных угодий, возвращенных в оборот, включая пашни, сенокосы и пастбища. При этом только площадь неиспользуемой пашни (особо ценного вида угодий) со-

ставляла на апрель 2024 г. 13 млн га, из которых 5,4 млн планируется вернуть в оборот в ближайшее время.

В 2025 г. велась активная работа по инвентаризации и оцифровке границ земельных участков для их возвращения в хозяйственный оборот. Однако этот процесс осложняется трудностями выявления неиспользуемых сельскохозяйственных угодий. Следует отметить, что в законодательстве Российской Федерации (О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 18.09.2020 № 1482. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565820325>. – Дата обращения 09.10.2025. – Текст электронный) принят ряд признаков неиспользования земель, к которым относятся следующие: наличие на 50 и более процентах площади земельного участка зарастания сорными растениями, загрязнение земельного участка химическими веществами, захламливание земельного участка иными предметами и т. д. Выявление признаков деградации земель сельскохозяйственных угодий осуществляется службой мониторинга Министерства сельского хозяйства в результате наземного обследования земель и спутникового мониторинга [1, 2].

В Республике Казахстан, учитывая огромные масштабы территории, разнообразие климатических и социально-экологических условий [3–6], полноценный мониторинг состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения возможен только с использованием методов дистанционного зондирования Земли и современных ГИС-технологий [7]. Правительством проработана возможность использования космических снимков в качестве основания для выявления неиспользуемых земель. Право выполнения данного вида работы прописано в Земельном кодексе РК (Земельный кодекс Республики Казахстан: от 20.06.2003 № 442. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000442>, Статья 162 с изменениями, внесенными законами РК от 17.11.2015 № 408-V; от 28.10.2019 № 268-VI. – Текст: электронный).

Выявление неиспользуемых сельскохозяйственных земель является важным этапом рационального землепользования и совершенствования кадастровой оценки. В мировой практике применяются три основных подхода:

– картографо-геоинформационный метод, в котором используется анализ космических снимков и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с расчетом вегетационных индексов, таких как NDVI, EVI и SAVI. Он определяет участки с пониженным количеством растительности или ее отсутствием в течение вегетационного периода, что свидетельствует о неиспользовании земель (применение спутников Landsat, Sentinel-2, MODIS в сочетании с ГИС-инструментами (ArcGIS, QGIS, ERDAS Imagine));

– кадастрово-правовой анализ, который позволяет сопоставить данные государственного земельного кадастра и реального состояния земель. В результате анализа выявляются участки, которые числятся за пользователями, но по факту не осваиваются или используются не по целевому назначению;

– агроэкологический и экономический мониторинг, который используется для оценки состояния почвенного покрова, плодородия, уровня эрозии и рентабельности сельхозпроизводства.

В странах ЕС проблема неиспользуемых земель решается комплексно. Создана система CAP (Common Agricultural Policy), предусматривающая мониторинг состояния земель через программы Copernicus и INSPIRE, которые объединяют данные дистанционного зондирования и кадастровые сведения. На основе полученных данных осуществляется стимулирование эффективных землепользователей через субсидии и агроэкологические программы; за неиспользование пашни более 3 лет предусмотрены штрафные санкции [8]. В Китае внедрены технологии использования беспилотных летательных аппаратов и анализа временных рядов NDVI, что позволило вернуть в оборот миллионы гектаров заброшенных земель [9]. В США ведется постоянный спутниковый контроль (через систему USGS Landsat и

NASA MODIS) для выявления нарушений и обновления земельных кадастров [10]. В Канаде используется сочетание экономических и технологических методов: ГИС-мониторинг и модели машинного обучения для автоматизированного выявления земель с низкой сельхозактивностью; на уровне провинций применяются программы земельных аудитов, в ходе которых неиспользуемые участки предлагаются для аренды новым фермерам [11].

Наиболее распространенным методом оценки состояния земель является сравнительный анализ значений вегетационного индекса NDVI, характеризующего интенсивность роста биомассы на сельскохозяйственных полях. В большинстве случаев в разных регионах мира этот индекс используется для оценки потенциальной урожайности культур. В работах зарубежных ученых часто рассматриваются вопросы совершенствования методов моделирования растительного покрова. Так, в статье американских ученых приводится пример использования данных MODIS/NDVI для построения модели урожайности кукурузы для США в национальном масштабе [12].

Однако многообразии природных и антропогенных факторов, влияющих на интенсивность растительного покрова, обуславливает необходимость верификации корректности использования данного признака для оценки качества земель. Так, например, сильно засоренные посевы дадут высокие значения индекса NDVI, в то время как реальная пригодность земель для использования под тот или иной вид сельскохозяйственной культуры может быть весьма низкой. Кроме того, исследователи отмечают значение межсезонных колебаний индексов вегетации, связанных с погодными условиями [13]. В исследовании [14] используется масштабируемая модель «cluster-then-label», обученная на многолетних данных MODIS NDVI с использованием данных наземных наблюдений.

Проблема картографирования заброшенных сельскохозяйственных угодий актуальна не только для России и Казахстана. Исследование Zhu X., Xiao G., Zhang D., Guo L. [15] сосредоточено на анализе временных ря-

дов данных нормализованного индекса вегетации с пространственным разрешением 250 м, полученных с помощью спектрорадиометра для визуализации среднего разрешения (MODIS). Этот подход использует сезонные и межгодовые колебания NDVI для разграничения активно возделываемых земель и заброшенных территорий.

Актуальность данного исследования обусловлена особенностями применения индекса NDVI в условиях неявно выраженной связи показателей обилия зеленой биомассы на поверхности земли с фактом вовлеченности сельскохозяйственных угодий в производственный оборот.

Целью исследования являлось обоснование системы мониторинга состояния и использования сельскохозяйственных угодий в Республике Казахстан на основе анализа показателей NDVI, полученных при обработке серии разновременных космических снимков, в сочетании с методами анализа статистической и кадастрово-правовой документации.

Методы и материалы

В качестве объекта исследований была выбрана территория Айыртауского района Северо-Казахстанской области. При выборе базовых признаков состояния земельных участков учитывались природные свойства региона (рельеф, почвообразующие породы, естественная растительность на пастбищах и сенокосах) и специфика сельскохозяйственного производства (севообороты, агротехнические приемы обработки земли и др.).

В исследовании использовались разновременные космические снимки со спутников съемочной системы Sentinel-2, предоставленные в рамках программы Copernicus (European Space Agency) в открытом доступе. Расчет NDVI выполнен по каналам B4 (RED) и B8 (NIR). Пространственное разрешение снимков составило 10 м. Обработка осуществлялась с использованием инструментов QGIS и ArcGIS.

При использовании космических снимков необходимо рассчитать погрешность при переводе растровой карты в площадь.

Расчет площади пикселя (S_p) определяется по формуле

$$S_p = s^2, \quad (1)$$

где s – размер пикселя (м).

Согласно данной формуле были рассчитаны относительные погрешности перевода растрового изображения в площади по космическим снимкам Sentinel и Modis для площади 1, 10, 100 га, расчеты сведены в табл. 2.

Таблица 2. Величина относительных погрешностей космических снимков Sentinel и Modis

Площадь, га	Sentinel относительная погрешность, %	Modis относительная погрешность, %
1	20	500
10	6,3	158
100	2	50

Так как разрешение MODIS 250 м дает большие погрешности, его результаты для юридической оценки площадей нельзя использовать.

Индекс вегетации растительности вычисляется как отношение разницы между отражением в ближнем инфракрасном (NIR) и красном (RED) диапазонах спектра к их сумме:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED), \quad (2)$$

где NIR – ближний инфракрасный канал;

RED – красный канал.

Диапазон варьирования NDVI находится в пределах от -1 до $+1$. Диапазон значений, характеризующих состояние растительного покрова, варьируется в разных источниках в зависимости от цели исследований. Покров зеленой растительности обычно характеризуется значениями индекса от $0,2$ до $0,8$ [16, 17], при оценке состояния растений принимаются более дробные значения индекса. Например, NDVI $0-0,33$ характеризует слабое развитие растений или их заболевание, $0,33-0,66$ – умеренное развитие растений, диапазон $0,66-1$ отражает состояние здоровых хорошо развитых растений [18]. Динамика восстановления растительного покрова на рекультивируемых территориях с течением времени ха-

рактеризуется изменением NDVI от $0,1$ до $0,9$ [19], т. е. чем лучше развита растительность, тем выше значение NDVI.

В данной работе был применен метод анализа временных рядов NDVI по сезонам, который позволяет отличить поля с сезонной кривой вегетации от заброшенных земель, характеризующихся постоянной низкой величиной NDVI. При подборе снимков учитывалась дата съемки в течение вегетационного периода (май – сентябрь).

Кроме того, использовались методы анализа, основанного на сопоставлении данных статистической отчетности и кадастрово-правовой документации [1, 20] государственного земельного кадастра и реального состояния земель. В результате анализа выявляются участки, которые числятся за пользователями, но по факту не осваиваются или используются не по целевому назначению.

Результаты

Общепринятая динамика изменения индекса NDVI биологической массы растений в посевах различных культур и при разных способах использования земли в течение вегетационного периода наглядно отражена на рис. 1.



Рис. 1. Динамика индекса вегетации в течение вегетационного периода

Поля с посевами озимых и яровых культурных растений имеют максимальные значения NDVI в начале и середине лета, что соответствует фенологическим фазам максимального набора биомассы этими растениями: для озимых культур это фаза колошения – цветения, приходящаяся в Северном Казахстане на июнь, для яровых зерновых – на конец июня –

начало июля. Для используемых культурных сенокосов свойственен периодический характер максимума биомассы, обусловленный двукратным за вегетационный период укосом трав.

Полученные данные служат основой для составления цифровой карты использования пашни на территории административного района (рис. 2) и расчета площади неиспользуемых пахотнопригодных земель.

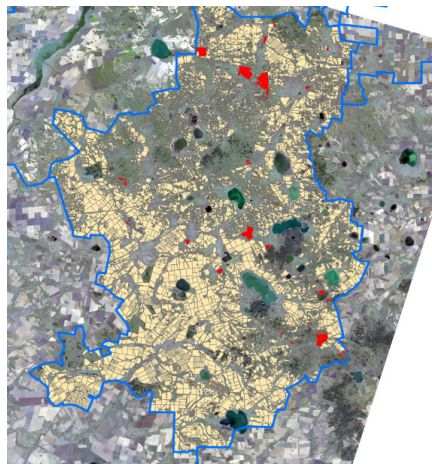


Рис. 2. Карта неиспользуемых пахотных угодий Айыртауского района Северо-Казахстанской области РК (неиспользуемые земли выделены красным цветом)

На основании анализа индекса вегетации NDVI были получены данные по всем районам Северо-Казахстанской области, которые сведены в табл. 3.

Таблица 3. Площадь неиспользуемой пашни в разрезе административных районов Северо-Казахстанской области за 2024 г.

Номер	Район	Неиспользуемая площадь пашни по данным индекса вегетации по состоянию на июнь 2024 г. (в гектарах)
1	Айыртауский	5 756
2	Есильский	411
3	Кызылжарский	298
4	Мамлютский	378
5	Им. Г. Мусрепова	1 185
6	Шал Акына	148
7	Тайыншинский	26 511
8	Уалихановский	39 174
9	Жамбылский	286
Итого:		74 147

Из таблицы видно, что в двух административных районах не используется значительная площадь пашни (Тайыншинский район – 26 511 га и Уалихановский район – 39 174 га). Данные показатели требуют дальнейшего исследования и выявления причин неиспользования пашни в этих районах.

Более сложную задачу представляет выявление неиспользуемых пастбищных угодий.

В годы с благоприятными погодными условиями они характеризуются высоким растительным покровом и, соответственно, повышенными значениями индекса вегетации. С другой стороны, чрезмерное использование пастбищ, характерное для территорий, приближенных к границам населенных пунктов, ведет к деградации растительного и почвенного покрова, которая проявляется в пони-

женном уровне вегетативной массы и отражается соответственно низкими значениями индекса вегетации.

В этом случае эффективность использования пастбищных угодий определялась расчетным методом: данными о количестве сельскохозяйственных животных, зарегистрированных в определенном районе, и нормативом необходимой площади на единицу скота, равном 1,25 га/голову [15].

Для выявления общей площади неиспользуемых пастбищных угодий были использо-

ваны данные статистических отчетов за 2024 г. по наличию пастбищных угодий и поголовью сельскохозяйственных животных по каждому административному району Северо-Казахстанской области. Исходя из существующего поголовья скота, была определена востребованная площадь пастбищ. Разность между имеющимися статистическими данными о площади пастбищ в районах и рассчитанной востребованной площадью дает площадь неиспользуемых пастбищ (табл. 4).

Таблица 4. Расчет площади неиспользуемых пастбищных угодий в разрезе административных районов Северо-Казахстанской области за 2024 г.

№	Район	Площадь пастбищ в районе по статистическим отчетам, га	Количество КРС в районе по статистическим отчетам, голов	Востребованная площадь пастбищ, га	Неиспользуемая площадь пастбищ, га
1	Айыртауский	278 941	42 186	52 732	226 208
2	Акжарский	371 786	Нет данных	-	-
3	Аккайынский	145 379	Нет данных	-	-
4	Есильский	115 785	16 194	20 243	95 543
5	Жамбылский	266 663	Нет данных	-	-
6	Кызылжарский	195 510	40 273	50 341	145 169
7	Мамлютский	123 245	19 647	24 559	98 686
8	Г. Мусрепова	249 090	1 800	2 250	246 840
9	М. Жумабаева	162 216	Нет данных	-	-
1	Шал Акына	138 887	19 419	24 274	114 613
11	Тайыншинский	341 399	55 465	69 331	272 068
12	Тимирязевский	108 136	11 903	14 879	93 257
13	Уалихановский	731 306	26 241	32 801	698 505
	ВСЕГО				1 990 889

Примечание. Данные по пастбищам и поголовью КРС получены из утвержденных планов районов по управлению пастбищами (adilet.zan.kz, zakon.uchet.kz) и региональных отчетов.

На местности выявление местоположения неиспользуемых пастбищ осуществляется на основе учета следующих критериев: низкие значения NDVI (<0,2), отсутствие антропогенных следов (троп, водоемов, ограждений), отсутствие поголовья скота или низкая нагрузка (при нагрузке менее 20 % участок считается неиспользуемым), отсутствие сельскохозяйственной деятельности, которое выявляется при сопоставлении картографических цифровых материалов из государственного земельного кадастра и плана землепользования. При сопоставлении результатов анализа индекса вегетации NDVI со статистиче-

скими данными по поголовью сельскохозяйственных животных было выявлено, что у некоторых землепользователей на балансе имеются пастбищные угодья, но нет поголовья сельскохозяйственных животных, что является основанием считать площадь пастбища неиспользуемой.

Таким образом, привлечение отчетных статистических и земельно-кадастровых данных позволяет более точно выявить неиспользуемые пастбищные угодья. Полученные данные служат базовой основой:

- для наполнения базы данных Единого государственного кадастра недвижимости (ЕГКН) актуальными и достоверными сведениями о землях сельскохозяйственного назначения, включая информацию о пространственном расположении, площади, ка-

чественном состоянии и фактическом использовании угодий;

– выявления сельскохозяйственных угодий, нуждающихся в проведении работ по их коренному и поверхностному улучшению;

– выявления деградированных и неиспользуемых земель;

– проведения землеустройства и контроля за использованием земель;

– составления земельного баланса в соответствии с фактическим использованием земель.

Заключение

Мониторинг состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения в Республике Казахстан в настоящее время предусматривает использование методов дистанционного зондирования Земли в сочета-

нии с методами анализа статистической и кадастрово-правовой документации.

Опосредованная оценка земель через состояние растительного покрова с помощью нормализованного относительного индекса вегетации NDVI позволяет эффективно выявлять неиспользуемые пахотные угодья. На примере Айыртауского района установлено, что данные дистанционного зондирования могут служить основой для уточнения кадастровой оценки пахотных земель и оптимизации их использования.

Мониторинг использования пастбищных угодий более эффективен на основе сочетания анализа индекса вегетации NDVI с анализом статистических данных по поголовью скота и данных государственного земельного кадастра РК о зарегистрированной площади земельных участков, в частности, пастбищных угодий..

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Малыгина О. И., Попп Е. С. Цифровизация сельского хозяйства для выявления неиспользуемых земель. Информационные технологии, системы и приборы в АПК. АГРОИНФО-2021 : Материалы 8-й Международной научно-практической конференции, р. п. Краснообск, 21–22 октября 2021 г. Под ред. В. В. Альта. Новосибирск, Краснообск : Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук, 2021. С. 84–86. DOI 10.26898/agroinfo-2021-84-86. EDN OVYWCR.

2. Добротворская Н. И., Давыдова Л. А. Неиспользуемые земли сельскохозяйственных угодий: проблемы оценки, состояние и перспективы. Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции, Омск, 28–29 марта 2024 года. Омск : Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2024. С. 300–306. EDN EADK GK.

3. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2023 год. Единая платформа интернет-ресурсов государственных органов. URL:<https://www.gov.kz/memleket/entities/land/documents/details/667055?lang=ru>.

4. Смагулова Ж. Б., Кыдыр А. Инновационные технологии в сельском хозяйстве Казахстана: состояние и перспективы. Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие : материалы V Республиканской научно-практической конференции, Донецк, 30 октября 2020 г. Отв. ред. А. В. Ярошенко. Донецк : Донецкий национальный технический университет, 2020. С. 386–393. EDN QKNBTG.

5. Чередниченко А. В. Климат Казахстана как отклик на глобальные изменения. Гидрометеорология и экология. 2009. № 4. С. 7–22.

6. Сапаров А. С., Козыбаева Ф. Е. Почвенный покров Казахстана, его экология и приоритетные направления исследований. Почвоведение и агрохимия. 2012. №4. С. 56–63.

7. Султангазин У. М., Аубакиров Т. О., Айтхожина Н. А. [и др.]. Космические исследования в Казахстане = Қазақстандағы ғарыштық зерттеулер Қазақстандағы ғарыштық зерттеулер. Под ред. У. М. Султангазина. М-во образования и науки Республики Казахстан, Нац. акад. наук Респ. Казахстан. Ин-т косм. исслед. Алматы : Rond, 2002. 488.

8. Европейская комиссия. Common Agricultural Policy 2023.y (CAP) 2023-2027: Key changes. Brussel. URL: <https://www.robert-schuman.eu/en/european-issues/0607-the-common-agricultural-policy-2023-2027-change-and-continuity>. Дата обращения 08.11.2025.
9. Liu J., Zhang, Z., & Xu, X. Spatial patterns of farmland abandonment in China. Land Use Policy, 2022.
10. USGS. Landsat Science Data Users Handbook. U.S. Geological Survey, 2021. URL: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-data-user-handbooks>.
11. T. Huffman. Canadian agricultural land-use and land management data requirements for assessing, monitoring and reporting on the impact of agricultural production practices on the environment. Canadian Journal of Soil Science, 2006. URL: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/S05-103>.
12. Johnson D. M., Rosales A., Mueller R., Reynolds C., Frantz R., Anyamba A., Pak E., Tucker C. USA Crop Yield Estimation with MODIS NDVI: Are Remotely Sensed Models Better than Simple Trend analyses. Remote Sens. 2021, 13, 4227. DOI: 10.3390/rs13214227. Дата обращения 12.10.2025.
13. Kogan F., Gitelson A., Zakarin E., Spivak L., Lebed L. AVHRR-Based Spectral Vegetation Index for Quantitative Assessment of Vegetation State and Productivity: Calibration and Validation. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 2003. Vol. 69, № 8. August. P. 899-906. URL: <https://digitalcommons.unl.edu/natrespapers/278>—Дата обращения 12.10.25.
14. Konduri V. Sh., Kumar J., Hargrove W. W., Hoffman F. M., Ganguly A. R. et al. Mapping crops within the growing season across the United States. Remote Sensing of Environment Volume 251, 15 December 2020, 112048. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425720304181?via%3Dihub>. Дата обращения 12.10.25
15. Zhu X., Xiao G., Zhang D., Guo L. Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS NDVI// Science of The Total Environment. Volume 755, Part 2, 10 February 2021, 142651. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720361805>. Дата обращения: 12.10.2025.
16. Черепанов А. С., Дружинина Е. Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы. Геоматика. 2009. № 3. С. 28–32.
17. Черепанов А. С. Вегетационные индексы. Геоматика. 2011. № 2. С. 98–102.
18. Косолапов В. А., Хлебникова Е. П. Мониторинг территорий с использованием спектральных индексов. Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов Национальной науч.-практ. конф. 2020. Т. 2. С. 128–134.
19. Верхотуров А. А., Мелкий В. А., Долгополов Д. В., Лисицкий Д. В. Мониторинг изменения состояния растительного покрова на участке трассы трубопровода проекта «Сахалин-2» по данным космических съемок. Вестник СГУГиТ. 2022. Т. 27, № 4. С. 45–53.
20. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Отраслевая статистика. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. Бюро национальной статистики. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/>.

REFERENCES

- 1 Malygina, O. I., Popp E. S. (2021). Digitalization of Agriculture to Identify Unused Lands. Information Technologies, Systems, and Devices in the Agro-Industrial Complex. *AGROINFO-2021: Materialy 8-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, [AGROINFO-2021: Proceedings of the 8th International Scientific and Practical Conference]*, Krasnoobsk, October 21–22, 2021 / edited by V. V. Alta. Novosibirsk, Krasnoobsk: Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, pp. 84–86. DOI 10.26898/agroinfo-2021-84-86. EDN OVYWCR.

2 Dobrotvorskaya, N. I., Davydova L. A. (2024). Unused Agricultural Lands: Assessment Problems, Status, and Prospects. *Geodeziya, zemleustroystvo i kadastry: problemy i perspektivy razvitiya: Sbornik nauchnykh trudov po materialam VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Geodesy, land management, and cadastral: problems and development prospects: Collection of scientific papers based on the materials of the VI International scientific-practical conference]*, Omsk, March 28–29, 2024. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, pp. 300–306. EDN EADKGG.

3 Consolidated analytical report on the status and use of lands in the Republic of Kazakhstan for 2023. Unified platform of internet resources of government agencies. Retrieved from <https://www.gov.kz/memleket/entities/land/documents/details/667055?lang=ru>.

4 Smagulova, Zh. B., Kydyr A. (2020). Innovative technologies in agriculture of Kazakhstan: status and prospects. Resource conservation. *Resursosberezheniye. Effektivnost'. Razvitiye : materialy V Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Efficiency. Development: Proceedings of the V Republican Scientific and Practical Conference]*, Donetsk, October 30, 2020 / Editor-in-Chief A.V. Yaroshenko. Donetsk: Donetsk National Technical University. Pp. 386-393. EDN QKNBTG.

5 Cherednichenko A. V. (2009). Kazakhstan's Climate as a Response to Global Change. *Gidrometeorologiya i ekologiya. [Hydrometeorology and Ecology]*. No. 4. Pp. 7-22.

6 Saparov A.S., Kozybaeva F.E. Soil Cover of Kazakhstan, Its Ecology, and Priority Research Areas. *Pochvovedeniye i agrokhimiya. [Soil Science and Agrochemistry]*. 2012. No. 4. Pp. 56-63.

7 Sultangazin U. M., Aubakirov T. O., Aitkhozhina N. A. [et al.]. (2002). *Kosmicheskiye issledovaniya v Kazakhstane = Kazakstandagy garyshtyk, zertteuler Kazakstandagy garyshtyk zertteuler [Space research in Kazakhstan = Kazakstandagy garyshtyk zertteuler Kazakstandagy garyshtyk zertteuler]* / Ed. U. M. Sultangazina. Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, National. acad. Sciences Rep. Kazakhstan. Institute of Space research Almaty: Rond. 488 p.

8 European Commission. Common Agricultural Policy 2023.y (CAP) 2023-2027: Key changed. Brussels. Retrieved from <https://www.robert-schuman.eu/en/european-issues/0607-the-common-agricultural-policy-2023-2027-change-and-continuity>. Date of access: 08.11.2025

9 Liu, J., Zhang, Z., & Xu, X. (2022). Spatial patterns of farmland abandonment in China. *Land Use Policy*,

10 USGS. Landsat Science Data Users Handbook.U.S.Geological Surver, (2021). Retrieved from <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-data-user-handbooks>.

11 T. Huffman. (2006). Canadian agricultural land-use and land management data requirements for assessing, monitoring and reporting on the impact of agricultural production practices on the environment. *Canadian Journal of Soil Science*, Retrieved from <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/S05-103>

12 Johnson, D. M., Rosales, A., Mueller, R., Reynolds, C., Frantz, R., Anyamba, A., Pak, E., Tucker, C. (2021). USA Crop Yield Estimation with MODIS NDVI: Are Remotely Sensed Models Better than Simple Trend Analyzes. *Remote Sens.* 13, 4227. DOI: 10.3390/rs13214227 Date of access: 10/12/25.

13 Kogan F., Gitelson A., Zakarin E., Spivak L., Lebed L. (2003). AVHRR-Based Spectral Vegetation Index for Quantitative Assessment of Vegetation State and Productivity: Calibration and Validation. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 69, No. 8. August. P. 899-906. Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/natrespapers/278>. Date of access: 10/12/25.

14 Konduri V. Sh. Kumar J., Hargrove W. W., Hoffman F. M., Ganguly A. R. et al. (2020). Mapping crops within the growing season across the United States. *Remote Sensing of Environment* Volume 251, 15 December 112048. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425720304181?via%3Dihub>. Date of access: 10/12/25.

15 Zhu X., Xiao G., Zhang D., Guo L. (2021). Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS NDVI // *Science of The Total Environment*. Volume 755, Part 2, 10 February 2021, 142651. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720361805>. Accessed: 12 October 2025.

16 Cherepanov A. S., Druzhinina E. G. (2009). Spectral properties of vegetation and vegetation indices. *Geomatika [Geomatics]*. No. 3. Pp. 28–32.

17 Cherepanov A. S. (2011). Vegetation indices. *Geomatika [Geomatics]*. No. 2. Pp. 98–102.

18 Kosolapov V. A., Khlebnikova E. P. (2020). Monitoring territories using spectral indices. *Regulirovaniye zemel'no-imushchestvennykh otnosheniy v Rossii: pravovoye i geoprostranstvennoye obespecheniye, otsenka nedvizhimosti, ekologiya, tekhnologicheskiye resheniya: Sb. mat-ov Natsional'noy nauch.-prakt. konf. [Regulation of Land and Property Relations in Russia: Legal and Geospatial Support, Real Estate Valuation, Ecology, and Technological Solutions: Collection of Proceedings of the National Scientific and Practical Conf.]* Vol. 2. Pp. 128–134.

19 Verkhoturov, A. A., Melkiy, V. A., Dolgoplov, D. V., Lisitsky, D. V. (2022). Monitoring Changes in Vegetation Cover on the Sakhalin-2 Pipeline Route Based on Satellite Imagery. *Vestnik SGUGiT. [Vestnik SSUGT]* Vol. 27, No. 4. Pp. 45–53.

20 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan//Sectoral statistics. Statistics of agriculture, forestry, hunting and fisheries - Text: electronic *Bureau of National Statistics* [website]. Retrieved from <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/>.

Об авторах

Толкын Тулегеновна Жагипарова – магистр наук оценки (Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина); аспирант кафедры кадастра и территориального планирования (СГУГиТ).

Олеся Сергеевна Музыка – магистр наук оценки (Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина); аспирант кафедры кадастра и территориального планирования (СГУГиТ).

Надежда Ивановна Добротворская – доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, профессор.

Олеся Игоревна Малыгина – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой кадастра и территориального планирования.

Author details

Tolkyn T. Zhagiparova – M. Sc., Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin; PhD Student at the Department of Cadastre and Territorial Planning, SSUGT.

Olesya S. Musica – M. Sc., Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin; PhD Student at the Department of Cadastre and Territorial Planning, SSUGT.

Nadezhda I. Dobrotvorskaya – D. Sc., Senior Researcher, Professor.

Olesya I. Malygina – Ph. D., Associate Professor, Head of the Department of Cadastre and Territorial Planning.

Получено / Received 13.05.2025

Поступила после рецензирования / Revised 10.12.2025

Принята к публикации / Accepted 02.03.2026