

Методология; Программное обеспечение; Проверка; Визуализация; Написание – обзор и редактирование – Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Д.М., Жилдикбаева А.Н., Азизов Э.А., Утесбаев А.К.

МРНТИ 10.55.41

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/50>

*Е.О.Жусупов, А.Н.Жилдикбаева\*, Т.К.Рафигов, А. А.Қанатбек*

*Казахский национальный аграрный исследовательский университет,  
г.Алматы, Казахстан, [a.zhildikbaeva@mail.ru](mailto:a.zhildikbaeva@mail.ru)\**

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ NDVI И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

### *Аннотация*

Статья посвящена исследованию динамики растительного покрова Алматинской области с использованием геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли. Основное внимание уделено применению индекса NDVI на основе спутниковых снимков Sentinel-2 для оценки состояния и изменений растительности в 2015, 2020 и 2023 гг. Методологическая схема исследования включала предварительную обработку данных, расчёт вегетационного индекса, классификацию территорий по уровням продуктивности, а также картографическую визуализацию результатов в среде QGIS и ArcGIS. Проведённый анализ показал сокращение площадей земель с высоким NDVI и одновременный рост территорий с низкими значениями индекса, что отражает деградационные процессы в сельскохозяйственных угодьях региона. Полученные результаты позволяют более детально оценить пространственные особенности динамики растительности, выявить зоны экологического риска и определить территории с потенциалом восстановления. Исследование подтверждает значимость использования NDVI и ГИС-технологий для организации мониторинга и принятия решений в области устойчивого управления земельными ресурсами.

**Ключевые слова:** геоинформационные технологии, землепользование, Алматинская область, NDVI, пространственный анализ, мониторинг земель.

### **Введение**

Рациональное использование земельных ресурсов является одной из ключевых задач устойчивого развития, особенно в условиях возрастающих глобальных вызовов: роста численности населения, изменения климата, деградации земель и усиления урбанизационного давления. Земли сельскохозяйственного назначения играют важную роль в экономике Казахстана, однако их неэффективное использование и деградация приводят к снижению продуктивности аграрного сектора и росту экологических рисков [1].

Алматинская область обладает высоким аграрным потенциалом и разнообразными природно-ландшафтными условиями: здесь сосредоточены как плодородные равнинные территории, так и горные земли, используемые в животноводстве и садоводстве. Вместе с тем регион сталкивается с рядом проблем — деградацией почв, дефицитом водных ресурсов, распахиванием неустойчивых земель и сокращением пастбищ. Существенное влияние на систему землепользования оказала административно-территориальная реформа 2022 года, в результате которой бывшая Алматинская область была разделена на Алматинскую и Жетысускую области. Это вызвало перераспределение земельного фонда, изменения в категориях земель и актуализировало необходимость комплексного анализа пространственной структуры землепользования [2].

Современные цифровые инструменты, в частности геоинформационные системы (ГИС) и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяют интегрировать статистическую информацию, спутниковые снимки и картографические материалы в единую аналитическую платформу. Это открывает возможности для оценки изменений землепользования, выявления зон экологических рисков, моделирования сценариев пространственного развития и подготовки научно обоснованных рекомендаций для органов государственного управления [3].

Целью данного исследования является анализ динамики землепользования Алматинской области на основе ГИС-технологий и данных ДЗЗ с учётом административного деления региона. Для достижения цели решаются следующие задачи:

1. Провести оценку изменений структуры земельного фонда в 2000–2024 гг.;
2. Выявить динамику сельскохозяйственных угодий и земель запаса;
3. Выполнить NDVI-анализ по территории области для оценки состояния растительного покрова;
4. Предложить практические рекомендации по совершенствованию системы мониторинга и управления земельными ресурсами.

Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты могут быть использованы при разработке региональных программ устойчивого землепользования, в работе кадастровых служб и при реализации проектов цифровизации земельных ресурсов Казахстана.

### **Материалы и методы**

Исследование охватывает территорию Алматинской области в её современных административных границах, сформированных после административно-территориальной реформы 2022 года. Анализ проводился за период 2000–2024 гг., что позволило выявить как долгосрочные тенденции, так и последствия административного деления региона.

Исходные данные:

1. Статистические материалы.
  - данные Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства РК за 2000–2024 гг.;
  - материалы Агентства по стратегическому планированию и реформам РК [4].
2. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).
  - использовались мультиспектральные снимки Sentinel-2A/B, загруженные через Copernicus Open Access Hub [5];
  - применялись продукты Level-2A (с атмосферной коррекцией) [6];
  - для каждого периода (2010, 2015, 2023 гг.) подбирались сцены за летние месяцы (июнь–август) с облачностью <10%;
  - пример: Sentinel-2A, сцена T43WCN, 15 июня 2023 г.
3. Картографические и инфраструктурные материалы.
  - слои из OpenStreetMap (дорожная сеть, водные объекты, населённые пункты);
  - топографические подложки масштаба 1:200 000;
  - актуальные административные границы;
4. Программное обеспечение.
  - QGIS 3.22, ArcGIS 10.8 — для обработки и визуализации данных;
  - SNAP (Sentinel Application Platform) – для подготовки спутниковых снимков.

Методологическая основа исследования была построена на комплексном применении методов дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий. Работа с исходными данными начиналась с предварительной обработки снимков Sentinel-2. Использовались продукты уровня **Level-2A**, которые уже прошли атмосферную коррекцию и были приведены к значению отражения от поверхности. В отдельных случаях, при необходимости работы с данными уровня **Level-1C**, дополнительно применялась процедура атмосферной коррекции в модуле *Sen2Cor*, что обеспечивало сопоставимость полученных результатов. Все материалы были приведены к единой проекционной системе координат

WGS-84 / UTM зона 43N, что позволило интегрировать разнородные источники данных и исключить пространственные искажения [6].

Ключевым инструментом анализа стал расчёт нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI), который широко используется для оценки состояния растительного покрова. Индекс вычислялся по стандартной формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где **NIR** соответствует ближнему инфракрасному диапазону (канал B8 Sentinel-2, 842 нм), а **RED** – красному диапазону (канал B4, 665 нм) [7]. На основе полученных значений индекс был классифицирован на три основных категории. Значения выше 0,4 интерпретировались как участки с плотными и устойчивыми насаждениями, диапазон от 0,2 до 0,4 указывал на наличие разреженной растительности или деградированных пастбищ, а показатели ниже 0,2 соответствовали землям без растительного покрова — застройке, открытым почвам и скальным выходам. Такая классификация позволила не только выделить продуктивные сельскохозяйственные угодья, но и зафиксировать зоны деградации, требующие внимания [8].

Дополнительно была проведена классификация земельного фонда региона на основе статистических и картографических данных. В рамках этого этапа анализировались земли сельскохозяйственного назначения (пашни, пастбища, сенокосы), территории населённых пунктов, земли промышленности и транспорта, особо охраняемые природные территории, а также земли лесного и водного фонда и земель запаса. Это обеспечило возможность сопоставления официальных сведений с результатами дистанционного анализа и выявления возможных расхождений [9, 10].

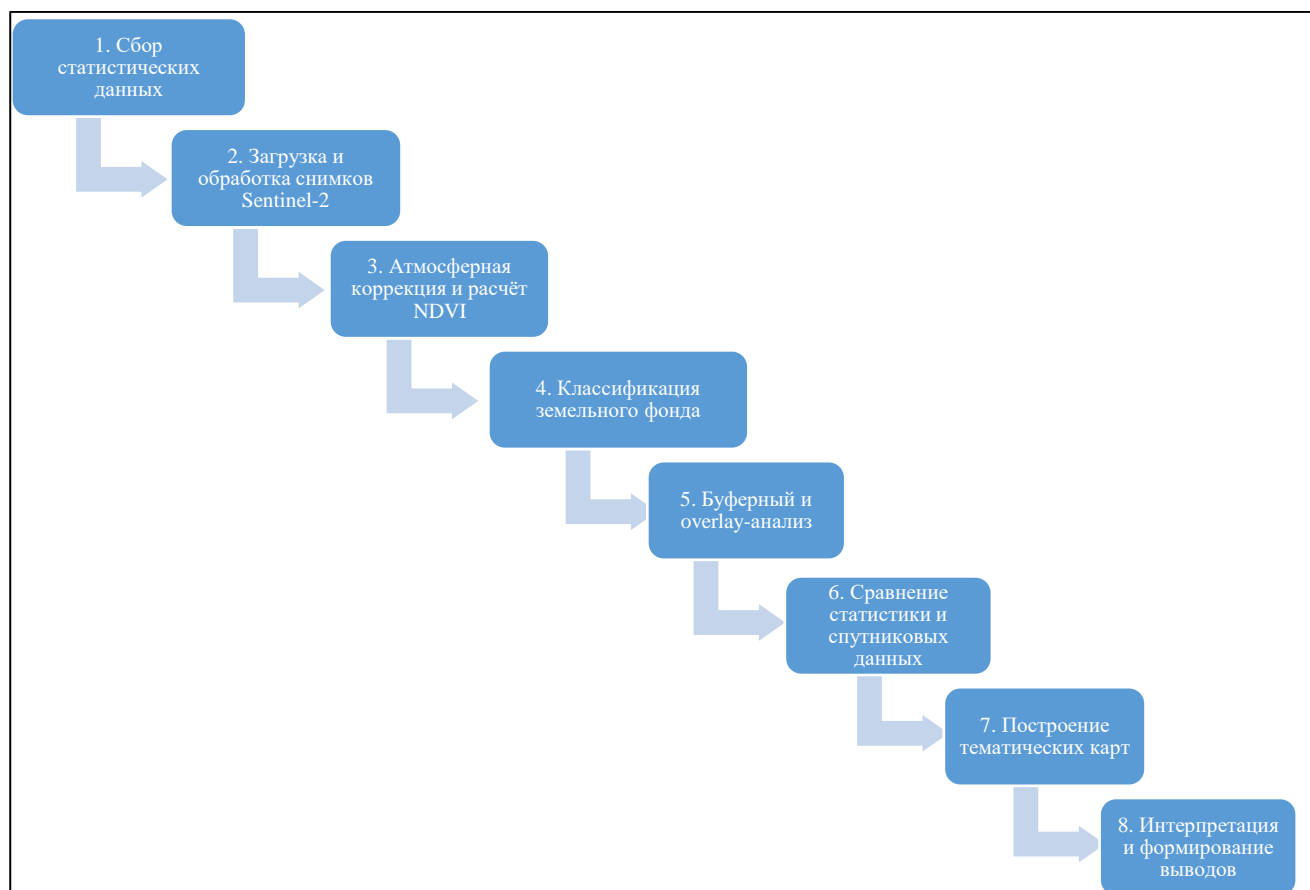
Для оценки пространственно-временных изменений был применён метод сравнительно-динамического анализа, позволивший проследить трансформацию площадей различных категорий земель в период 2000–2024 гг. Особое внимание уделялось изменениям, произошедшим после административного разделения области в 2022 году.

Пространственные операции в среде ГИС использовались для выявления факторов, оказывающих влияние на состояние земель. Так, буферный анализ проводился вокруг автомобильных дорог республиканского значения с радиусом 500 м, что позволило оценить воздействие транспортной инфраструктуры и процессов урбанизации на прилегающие сельскохозяйственные угодья. Аналогичные процедуры выполнялись вокруг водных объектов, где были заданы зоны шириной 1 км, что дало возможность оценить риски деградации в условиях дефицита влаги и изменения гидрологического режима. Кроме того, результаты NDVI были сопоставлены с кадастровыми данными с помощью операций пересечения. Это позволило выявить случаи, когда земли официально относились к сельхозугодьям, но фактически имели признаки деградации ( $NDVI < 0.2$ ) [11].

Сопоставление статистических материалов и данных ДЗЗ дало возможность оценить точность официального учёта и определить случаи несоответствия между кадастровой документацией и фактическим состоянием земель. Подобный подход усиливает аналитическую ценность исследования и позволяет рассматривать выявленные расхождения как индикаторы неэффективного использования территории или недостатков в системе кадастрового мониторинга [12].

Для визуализации результатов были подготовлены тематические карты, выполненные в едином стиле. Все карты содержали обязательные элементы оформления: легенду с расшифровкой диапазонов NDVI, масштабную линейку, указатель севера и административные границы. Такой подход обеспечил наглядность представления информации и сделал результаты доступными для интерпретации специалистами.

Методологическая последовательность исследования представлена в виде блок-схемы (Рисунок 1), которая отражает все этапы работы – от сбора статистики и обработки спутниковых снимков до классификации земель, проведения пространственного анализа и интерпретации результатов [13, 14].



**Рисунок 1.** Блок-схема методологической последовательности исследования

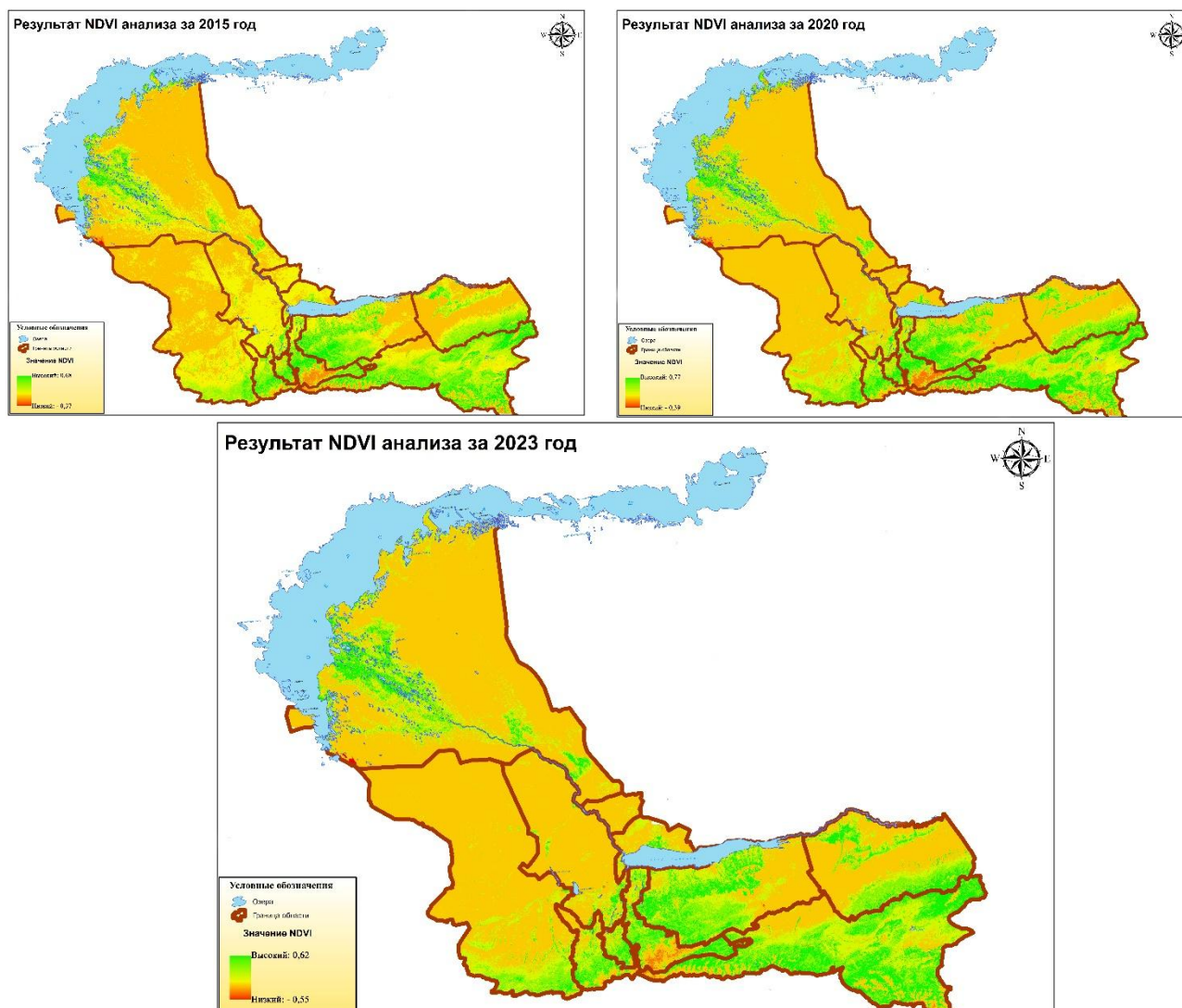
**Результаты и обсуждения.** На основании официальной статистики выявлены значительные изменения в структуре земельного фонда за рассматриваемый период (Таблица 1). До 2022 г. Алматинская область имела свыше 8 млн га сельскохозяйственных земель, однако после административного раздела их площадь сократилась более чем в два раза, составив около 4,3 млн га. В 2023 г. наблюдалось частичное восстановление площадей до 4,5 млн га, что связано с перераспределением земель между категориями.

Особое внимание заслуживает категория **земель запаса**, которая в разные годы колебалась от 7,4 млн га (2020 г.) до 2,1 млн га (2023 г.). Этот факт указывает на значительный потенциал вовлечения земель в экономический оборот при условии проведения землеустроительных мероприятий [15, 16].

**Таблица 1.** Динамика земельного фонда Алматинской области в 2000–2024 гг. [4]

Год	Земли							
	Сельскохозяйс- твенного назначения	Населен- ных пунктов	Промышл., транспорта, связи и иного не с/х назначения	Особо охраняем- ых природ- ных терри- торий	Лесного фонда	Водного фонда	Запаса	Итого, тыс. га
2023	4526,7	291,7	147,7	962,3	2253	187,5	2140	10508,9
2022	4310,7	291,7	151	962,3	2253	187,5	2352,8	10509
2021	8623,8	723	251,8	1642,7	3750,6	192,1	7173,2	22357,2
2020	8332,5	722,6	257,1	1642,7	3752,2	192,1	7458	22357,2
2019	8007,4	722,6	252,2	1642,7	3695,8	192	7844,5	22357,2

Анализ спутниковых данных Sentinel-2 позволил более детально рассмотреть динамику состояния растительного покрова региона. В исследовании были проанализированы снимки за 2015, 2020 и 2023 годы, что дало возможность проследить изменения на временных интервалах до и после административного раздела области. На построенных NDVI-картах выделены зоны плотной растительности, территории с разреженными пастбищами и земли, практически лишённые растительного покрова (Рисунок 2).



**Рисунок 2.** NDVI Алматинской области за 2015 год.  
Примечание: Составлено автором в программе Arcgis

В 2015 году ещё сохранялись значительные площади с высоким NDVI, однако уже к 2020 году фиксируется сокращение продуктивных угодий и увеличение участков с пониженными значениями индекса. К 2023 году эти процессы усилились: площади земель с высоким NDVI ( $>0,4$ ) сократились до минимальных значений, тогда как доля территорий с  $\text{NDVI} < 0,2$  заметно возросла. Подобная динамика отражает как деградацию сельскохозяйственных угодий, так и воздействие урбанизационного давления на предгорные и пригородные зоны.

Таким образом, полученные статистические данные были дополнены NDVI-анализом, что позволило выявить не только общие изменения по категориям земель, но и фактическое состояние растительного покрова [18]. Количественные результаты анализа представлены в Таблице 2, где сопоставлены площади земель различных классов NDVI за три ключевых года.

Наибольшая деградация наблюдается в предгорных районах и в зонах интенсивного хозяйственного использования, тогда как лесные массивы и особо охраняемые территории сохранили относительно стабильные показатели.

**Таблица 2.** Динамика площадей по классам NDVI в Алматинской области

Год	NDVI < 0,2 (без растительности), тыс. км <sup>2</sup>	NDVI 0,2–0,4 (разреженная растительность), тыс. км <sup>2</sup>	NDVI > 0,4 (плотные насаждения), тыс. км <sup>2</sup>
2015	8,575	1,973	0,193
2020	6,161	1,339	0,178
2023	6,841	1,444	0,158

Сравнение статистических данных с результатами NDVI показало расхождения, особенно в категории «сельскохозяйственные земли». В ряде районов земли официально числятся пашнями, однако фактически имеют NDVI < 0,2, что указывает на их заброшенность или деградацию.

Напротив, часть территорий, отнесённых к землям запаса, демонстрируют высокие значения NDVI (>0,4), что свидетельствует о сохранении продуктивного растительного покрова и возможности их вовлечения в аграрное использование.

Полученные результаты подтверждают наличие **структурных проблем в землепользовании региона:**

- значительные площади сельхозугодий либо деградированы, либо используются неэффективно;
- земли запаса остаются резервом для расширения сельхозпроизводства, но требуют предварительного обследования и кадастровой корректировки;
- урбанизационное давление в пригородах Алматы проявляется в локальном снижении NDVI, особенно вблизи транспортных магистралей.

Сопоставление с международными исследованиями показывает, что аналогичные процессы деградации и фрагментации землепользования наблюдаются и в других регионах Центральной Азии [17, 18, 19]. Это подтверждает актуальность внедрения систем мониторинга на основе ГИС и ДЗЗ [19, 20].

- NDVI-анализ выявил сокращение площадей с плотным растительным покровом в Алматинской области в 2010–2022 гг.;
- карты деградации могут использоваться как инструмент для управления земельным фондом и планирования мероприятий по его рационализации.

### **Выводы**

Проведённое исследование показало, что использование геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования является эффективным инструментом для анализа динамики растительного покрова в Алматинской области. Анализ статистических материалов и результатов NDVI выявил существенные изменения в структуре землепользования, а также зафиксировал рост площадей с низкими значениями индекса, что указывает на деградационные процессы в сельскохозяйственных угодьях региона.

В первой половине исследуемого периода наблюдалось сокращение площадей деградированных земель, однако в последние годы тенденция изменилась: увеличились территории с низким NDVI и сократились площади с высокой продуктивностью. Эти результаты подтверждают снижение экологической устойчивости агроландшафтов и необходимость регулярного мониторинга.

Особое значение имеют практические выводы. Полученные данные позволяют рекомендовать использование NDVI-анализа как основы для оперативного мониторинга состояния угодий, выявления участков с признаками деградации и их последующего восстановления. Сопоставление спутниковых данных с официальной статистикой может служить инструментом контроля достоверности кадастрового учёта. Для повышения эффективности управления земельными ресурсами целесообразно внедрять автоматизированные системы мониторинга, расширять использование ГИС в органах

государственного управления и развивать комплексные программы по восстановлению пастбищных и сельскохозяйственных земель.

Таким образом, результаты исследования не только отражают текущие тенденции в динамике растительного покрова, но и задают практическое направление для совершенствования системы мониторинга и управления земельными ресурсами региона.

### Список литературы

1. Иванов В.П. Устойчивое землепользование: вызовы XXI века. – Москва: ГеоПресс, 2020. ISBN 978-5-94038-177-2.
2. Petropoulos, G. P., & Srivastava, P. K. GIS and Remote Sensing Applications in Land Management. – Elsevier, 2020. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-00261-4>
3. Кожамбетов Е.К. Анализ деградации земель сельскохозяйственного назначения в юго-восточном Казахстане. – Алматы: КазНИИЗиР, 2021. ISBN 978-601-7202-58-4.
4. Агентство по стратегическому планированию и реформам РК. Официальная статистика. – 2023. <https://stat.gov.kz>
5. Mukhamediyeva, G., et al. Remote sensing and GIS in agricultural monitoring: Case studies from Central Asia. – In: Geospatial Applications for Sustainable Development. Springer, 2022. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-02488-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-02488-9_6)
6. European Space Agency. Sentinel-2 User Handbook. – ESA Publications, 2020. [https://doi.org/10.5270/S2\\_USER\\_HANDBOOK](https://doi.org/10.5270/S2_USER_HANDBOOK)
7. Longley, P., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. Geographic Information Systems and Science. – 4th ed. Wiley, 2021. <https://doi.org/10.1002/9781119549857>
8. Жаксылыков А.Б. Современные методы кадастрового учета земельных ресурсов. – Алматы: Қазақ университеті, 2019. ISBN 978-601-04-4112-5.
9. FAO. Land resources planning for sustainable land management. – FAO Land and Water Discussion Paper 14. Rome: FAO, 2017. ISBN 978-92-5-109604-2. <https://www.fao.org/3/i5937e/i5937e.pdf>
10. Тлеужанов Ж.Т. Геоинформационные системы в управлении природными ресурсами. – Астана: Фолиант, 2020. ISBN 978-601-302-655-3.
11. Weng, Q. Remote sensing and GIS integration: Theories, methods, and applications. – New York: McGraw-Hill, 2010. ISBN 978-0071606547. <https://doi.org/10.1036/0071606548>
12. Ковальчук И.Н. Земельный мониторинг и кадастр: современный инструментарий. – Москва: КНОРУС, 2018. ISBN 978-5-406-06295-1.
13. Copernicus Land Monitoring Service. High resolution vegetation phenology and productivity. – 2021. <https://land.copernicus.eu>
14. Юсупов М.Т. Пространственное планирование и управление развитием территорий. – Ташкент: Университет, 2021. ISBN 978-9943-7150-45-1.
15. United Nations. The Sustainable Development Goals Report 2022. – New York: UN Publications, 2022. ISBN 978-92-1-101456-7. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022>
16. Zhang, C., & Kovacs, J. M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. – Precision Agriculture, 2012, 13(6): 693–712. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>
17. Xie, Y., Sha, Z., & Yu, M. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. – Journal of Plant Ecology, 2008, 1(1): 9–23. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>
18. Forkuor, G., et al. Mapping irrigated agriculture in West Africa using Sentinel-1 and Sentinel-2 data. – Remote Sensing, 2020, 12(3): 413. <https://doi.org/10.3390/rs12030413>
19. Liu, L., et al. Monitoring crop growth cycles with multi-source satellite data. – Remote Sensing of Environment, 2021, 256: 112322. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112322>
20. FAO & UNEP. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Systems at Breaking Point. – Rome: FAO, 2021. ISBN 978-92-5-135327-5. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>

## References

1. Ivanov, V. P. (2020). *Ustoichivoe zemlepolzovanie: vyzovy XXI veka* [Sustainable land use: Challenges of the 21st century]. Moscow: GeoPress. ISBN 978-5-94038-177-2.
2. Petropoulos, G. P., & Srivastava, P. K. (2020). *GIS and remote sensing applications in land management*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-00261-4>
3. Kozhakhmetov, E. K. (2021). *Analiz degradatsii zemel' sel'skokhoziaistvennogo naznacheniiia v iugo-vostochnom Kazakhstane* [Analysis of agricultural land degradation in southeastern Kazakhstan]. Almaty: KazNIIZiR. ISBN 978-601-7202-58-4.
4. Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. (2023). *Official statistics*. <https://stat.gov.kz>
5. Mukhamediyeva, G., et al. (2022). Remote sensing and GIS in agricultural monitoring: Case studies from Central Asia. In *Geospatial applications for sustainable development* (pp. 113–128). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-02488-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-02488-9_6)
6. European Space Agency. (2020). *Sentinel-2 user handbook*. ESA Publications. [https://doi.org/10.5270/S2\\_USER\\_HANDBOOK](https://doi.org/10.5270/S2_USER_HANDBOOK)
7. Longley, P., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2021). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119549857>
8. Zhaksylykov, A. B. (2019). *Sovremennye metody kadastravogo ucheta zemel'nykh resursov* [Modern methods of cadastral accounting of land resources]. Almaty: Kazakh University. ISBN 978-601-04-4112-5.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2017). *Land resources planning for sustainable land management* (FAO Land and Water Discussion Paper 14). Rome: FAO. <https://www.fao.org/3/i5937e/i5937e.pdf>
10. Tleuzhanov, Zh. T. (2020). *Geoinformatsionnye sistemy v upravlenii prirodnymi resursami* [Geoinformation systems in natural resource management]. Astana: Foliant. ISBN 978-601-302-655-3.
11. Weng, Q. (2010). *Remote sensing and GIS integration: Theories, methods, and applications*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036/0071606548>
12. Kovalchuk, I. N. (2018). *Zemel'nyi monitoring i kadastr: sovremennyyi instrumentarii* [Land monitoring and cadastre: Modern tools]. Moscow: KNORUS. ISBN 978-5-406-06295-1.
13. Copernicus Land Monitoring Service. (2021). *High resolution vegetation phenology and productivity*. <https://land.copernicus.eu>
14. Yusupov, M. T. (2021). *Prostranstvennoe planirovanie i upravlenie razvitiem territorii* [Spatial planning and territorial development management]. Tashkent: Universitet. ISBN 978-9943-7150-45-1.
15. United Nations. (2022). *The sustainable development goals report 2022*. New York: UN Publications. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022>
16. Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precision Agriculture*, 13(6), 693–712. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>
17. Xie, Y., Sha, Z., & Yu, M. (2008). Remote sensing imagery in vegetation mapping: A review. *Journal of Plant Ecology*, 1(1), 9–23. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>
18. Forkuor, G., et al. (2020). Mapping irrigated agriculture in West Africa using Sentinel-1 and Sentinel-2 data. *Remote Sensing*, 12(3), 413. <https://doi.org/10.3390/rs12030413>
19. Liu, L., et al. (2021). Monitoring crop growth cycles with multi-source satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 256, 112322. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112322>
20. FAO, & UNEP. (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Systems at breaking point*. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>



**Е.О.Жусупов, А.Н.Жилдикбаева\*, Т.К.Рафиков, А.Қанатбек**  
*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Алматы қ., Қазақстан;*  
*a.zhildikbaeva@mail.ru\**

### **АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ ӨСІМДІК ЖАБЫНЫ ДИНАМИКАСЫН ТАЛДАУ: NDVI ЖӘНЕ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ**

#### **Аңдатпа**

Бұл мақалада Алматы облысының өсімдік жабыны динамикасын зерттеу үшін геоақпараттық технологиялар мен Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану қарастырылады. Зерттеудің негізгі бөлігі Sentinel-2 спутниктік суреттеріне негізделген NDVI индексі қолданып, 2015, 2020 және 2023 жылдардағы өсімдік жабының жағдайы мен өзгерістерін бағалауға арналды. Әдістемелік схемаға деректерді алдын ала өңдеу, вегетациялық индексті есептеу, аумақтарды өнімділік деңгейлері бойынша жіктеу, сондай-ақ QGIS және ArcGIS орталарында нәтижелерді картографиялық бейнелеу кірді. Жүргізілген талдау жоғары NDVI көрсеткіштері бар жерлердің азайғанын және төмен мәнді аумақтардың артқанын көрсетті, бұл өңірдегі ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациялық үрдістерін айқындайды. Алынған нәтижелер өсімдік жабыны динамикасының кеңістіктік ерекшеліктерін неғұрлым егжей-тегжейлі бағалауға, экологиялық қауіп аймақтарын анықтауға және қалпына келтіру әлеуеті бар аумақтарды белгілеуге мүмкіндік береді. Зерттеу NDVI және ГАТ-технологияларын жер ресурстарын тұрақты басқару саласында мониторинг жүргізу мен басқарушылық шешімдер қабылдау үшін пайдаланудың маңыздылығын растайды.

**Кілт сөздер:** геоақпараттық технологиялар, жер пайдалану, Алматы облысы, NDVI, кеңістіктік талдау, жер мониторингі.

**E.Zhusupov, A.Zhildikbayeva\*, T.Rafikov, A.Kanatbek**  
*Kazakh National Agrarian Research University; Almaty; Kazakhstan;*  
*a.zhildikbaeva@mail.ru\**

### **ANALYSIS OF VEGETATION COVER DYNAMICS IN ALMATY REGION BASED ON NDVI AND GEOINFORMATION TECHNOLOGIES**

#### **Abstract**

This article examines the dynamics of vegetation cover in the Almaty Region using geoinformation technologies and Earth remote sensing data. The focus is placed on the application of the NDVI index derived from Sentinel-2 satellite imagery to assess the state and changes of vegetation in 2015, 2020, and 2023. The methodological framework included data preprocessing, calculation of the vegetation index, classification of territories by productivity levels, and cartographic visualization of results in QGIS and ArcGIS environments. The analysis revealed a reduction in areas with high NDVI values alongside an increase in territories with low index values, indicating degradation processes in the region's agricultural lands. The results allow for a more detailed assessment of spatial patterns of vegetation dynamics, identification of ecological risk zones, and determination of areas with restoration potential. The study confirms the importance of NDVI and GIS technologies for organizing monitoring and supporting decision-making in the field of sustainable land management.

**Key words:** geoinformation technologies, land use, Almaty Region, NDVI, spatial analysis, land monitoring.

#### **Вклад авторов:**

Концептуализация; курирование данных; методология – Жилдикбаева А.Н., Рафиков Т.К., Жусупов Е.О.

Программное обеспечение; проверка; визуализация; написание, обзор и редактирование – Жусупов Е.О., Жилдикбаева А.Н., Рафиков Т.К., Қанатбек А. А.