

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

Аманжолова Зарина Ануаровна  
Исагазинова Зарина Ерхаткызы

«Мониторинг состояния пастбищ в Мангистауской области на основе геопространственных  
данных»

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А.Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНITU им.К.И.Сатпаева»  
Горно-металлургический институт  
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
«Маркшейдерское дело и  
геодезии»  
к.т.н, ассоц. профессор

Г. Мейрамбек  
« 06 » 2025 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Мониторинг состояния пастбищ в Мангистауской области на основе  
геопространственных данных»

6B07304 - Геопространственная цифровая инженерия

Выполнил

Аманжолова З.А.  
Исагазинова З. Е.

Рецензент  
Руководитель отдела регистрации  
и земельного кадастра  
Ауэзовского района

Мустафаулы Р.  
« 10 » 2025 г.



Научный руководитель  
КазНITU им.К.И.Сатпаева  
кафедра МДиГ,  
доктор PhD, ст. преподаватель  
Ормамбекова А.Е.  
« 10 » июня 2025 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский  
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А.Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
«Маркшейдерское дело и  
геодезии»

к.т.н, ассон. профессор

 Г. Мейрамбек  
«06» 06 2025 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение дипломной работы**

Обучающимся Аманжоловой Зарине Аунуаровне, Исагазиновой Зарине Ерхаткызы  
Тема: «Мониторинг состояния пастбищ в Мангистауской области на основе  
геопространственных данных»

Утверждена приказом Проректора по академическим вопросам № 26-П/О от 29.01.2025г

Срок сдачи законченной работы «10» июня 2025г.

Исходные данные к дипломной работе: Объект исследования – пастбищные угодья Мангистауской области. Используемые методы – анализ NDVI, GPP, карты эрозии и засоления, данные дистанционного зондирования и ГИС. Период наблюдения - 2020-2025 годы. Программные инструменты - Google Earth Engine, ArcGIS, QGIS.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Проведено исследование состояния пастбищ на основе спутниковых данных. Выявлены деградированные участки, проведён анализ климатических и почвенных факторов.
  - б) Определены причины деградации: чрезмерный выпас, засуха, засоление и эрозия.
  - в) Разработаны рекомендации по восстановлению пастбищ и их устойчивому использованию.
- Перечень графического материала: Представлены карты NDVI, GPP, эрозии почв, засоления, осадков, а также схемы по районам и графики динамики.

Рекомендуемая основная литература: 18

- 1 Федорова, Е. В. Использование ГИС и дистанционного зондирования для мониторинга пастбищ Казахстана. Информационные технологии в сельском хозяйстве, 9(1), 2023.
- 2 Назарбаев, Н. А., Сулейменова, Г. Т. Влияние деградации пастбищ на продуктивность животноводства в Казахстане. Вестник аграрной науки Казахстана, 5(12), 2022.
- 3 Тимофеев, И. П., Жумабекова, А. К. Методы восстановления деградированных пастбищ: теория и практика. Журнал земельных ресурсов и экологии, 17(3), 2021.



**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

| Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов                                               | Сроки представления научному руководителю | Примечание |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|
| Теоретические основы мониторинга пастбищ                                                               | 28.02.2025                                |            |
| Практическое исследование состояния пастбищ мангистауской области                                      | 13.03.2025                                |            |
| Анализ состояния сельскохозяйственных угодий и управление природными ресурсами в мангистауской области | 19.04.2025                                |            |

**Подписи**  
консультантов и норм контролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

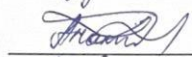
| Наименование разделов                                                                                  | Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание) | Дата подписания | Подпись                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Теоретические основы мониторинга пастбищ                                                               | Ормамбекова А.Е.<br>доктор PhD, ст. преп   | 28.02.25        |    |
| Практическое исследование состояния пастбищ Мангистауской области                                      | Ормамбекова А.Е.<br>доктор PhD, ст. преп   | 13.03.25        |   |
| Анализ состояния сельскохозяйственных угодий и управление природными ресурсами в Мангистауской области | Ормамбекова А.Е.<br>доктор PhD, ст. преп   | 19.04.25        |  |
| Норм контролер                                                                                         | Киргизбаева Д.М.<br>доктор PhD, ассоц.проф | 10.06.2025      |  |

Научный руководитель



Ормамбекова А.Е.

Задание приняли к исполнению обучающиеся


Аманжолова З.А.,

Исагазинова З. Е.

Дата

«30» января 2025 г.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыста Маңғыстау облысының жайылымдық жерлерінің қазіргі жағдайы геокеңістіктік деректер негізінде зерттелді. Зерттеу барысында NDVI, GPP, топырақтың тұздануы мен эрозия карталары сияқты заманауи мониторинг құралдары қолданылды. 2020-2025 жылдар аралығындағы жайылымдық жерлердің деградациясы мен өнімділігіне әсер ететін факторлар анықталды. Сонымен қатар, климаттық жағдайлар мен су балансы зерттелді. Жұмыс барысында алынған нәтижелерге сүйене отырып, жайылымдарды тұрақты басқару бойынша ұсыныстар берілді. Бұл ұсыныстар агроөнеркәсіп кешенінде жер ресурстарын тиімді пайдалануға бағытталған. Жұмыс нәтижелері мемлекеттік органдар мен жергілікті шаруашылық құрылымдарында пайдалануға жарамды.

## **АННОТАЦИЯ**

В данной дипломной работе проведено исследование состояния пастбищ Мангистауской области с использованием геопространственных данных. В работе использованы современные методы мониторинга, включая NDVI, GPP, карты солёности и эрозии почв. Проанализированы данные за 2020-2025 годы для выявления факторов деградации пастбищ и снижения их продуктивности. Также проведен анализ климатических условий и водного баланса региона. На основе полученных результатов разработаны рекомендации по устойчивому управлению пастбищами. Предложенные меры направлены на эффективное использование земельных ресурсов в аграрном секторе. Результаты исследования могут быть использованы органами государственного управления и сельхозпроизводителями.

## **ANNOTATION**

This thesis investigates the condition of pastures in the Mangystau region using geospatial data. The study employs modern monitoring tools, such as NDVI, GPP, and maps of soil salinity and erosion. Data from 2020 to 2025 were analyzed to identify the factors contributing to pasture degradation and decreasing vegetation productivity. The study also evaluates climate conditions and the regional water balance. Based on the analysis, practical recommendations for sustainable pasture management are proposed. These measures aim to ensure efficient use of land resources in the agricultural sector. The results of this work can be utilized by governmental bodies and local agricultural enterprises.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                                                                                         | 7  |
| 1 Теоретические основы мониторинга пастбищ                                                                                       | 9  |
| 1.1 Роль и значение пастбищных угодий в земельном фонде Казахстана                                                               | 9  |
| 1.2 Основные проблемы деградации пастбищ и их влияние на сельское хозяйство                                                      | 11 |
| 1.3 Методы мониторинга состояния пастбищных угодий                                                                               | 13 |
| 1.4 Применение геопространственных данных в земельном мониторинге                                                                | 15 |
| 1.5 Опыт мониторинга пастбищ в других регионах                                                                                   | 22 |
| 2 Практическое исследование состояния пастбищ Мангистауской области                                                              | 24 |
| 2.1 Общая характеристика природно-климатических условий региона                                                                  | 24 |
| 2.2 Анализ текущего состояния пастбищ с использованием геопространственных данных                                                | 26 |
| 2.3 Оценка устойчивости почв и продуктивности растительности Мангистауской области                                               | 31 |
| 3 Анализ состояния сельскохозяйственных угодий и управление природными ресурсами в мангистауской области                         | 42 |
| 3.1 Анализ климатических условий и водного баланса Мангистауской области                                                         | 42 |
| 3.2 Современное состояние сельскохозяйственных угодий и меры по устойчивому управлению пастбищами в Мангистауской области        | 46 |
| 3.3 Разработка рекомендаций по улучшению состояния пастбищ и их рациональному использованию на основе геопространственных данных | 49 |
| Заключение                                                                                                                       | 54 |
| Список используемой литературы                                                                                                   | 56 |

## ВВЕДЕНИЕ

Пастбищные угодья являются важным компонентом земельного фонда Казахстана и основным ресурсом для животноводства, особенно в засушливых регионах, таких как Мангистауская область. В условиях глобального изменения климата, роста антропогенной нагрузки и недостаточного контроля за использованием земель, деградация пастбищ становится одной из ключевых проблем сельского хозяйства. Потеря плодородия почвы, сокращение растительного покрова и опустынивание территорий приводят к снижению продуктивности пастбищ, ухудшению условий содержания скота и снижению экономической рентабельности животноводческих хозяйств.

Современные технологии, в частности геопространственные данные и методы дистанционного зондирования, позволяют проводить детальный мониторинг состояния пастбищ, оперативно выявлять проблемные зоны и разрабатывать эффективные меры по их восстановлению. Использование ГИС-технологий в кадастре и землеустройстве становится важным инструментом для оптимизации управления земельными ресурсами и устойчивого ведения сельского хозяйства.

Актуальность темы исследования обусловлена критической ситуацией с пастбищными угодьями в Мангистауском регионе. По данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, в последние годы наблюдается значительное ухудшение качества пастбищных земель из-за их нерационального использования, изменения климата и недостатка систематического мониторинга. Более 60% пастбищных угодий региона подвержены различным стадиям деградации, что негативно сказывается на местной экономике и экологическом состоянии территории.

Отсутствие современных методов контроля за состоянием пастбищ приводит к неэффективному использованию земельных ресурсов, их истощению и потере продуктивности. В этой связи применение геоинформационных технологий и анализа спутниковых данных представляет собой перспективный подход, позволяющий оперативно выявлять негативные изменения, прогнозировать тенденции деградации и разрабатывать меры по их предотвращению.

Таким образом, мониторинг состояния пастбищ с использованием геопространственных данных является актуальной задачей, направленной на повышение эффективности управления земельными ресурсами, улучшение эколого-экономических показателей региона и устойчивое развитие животноводческого сектора.

В Мангистауской области пастбищные угодья занимают значительную часть территории, однако их текущее состояние вызывает серьезные опасения. Основными проблемами являются:

- Засоление и деградация почв – из-за засушливого климата и неправильной эксплуатации земель.

- Чрезмерный выпас скота – приводит к истощению пастбищных ресурсов и снижению их восстановительной способности.

- Недостаток научного мониторинга – ограниченность данных о текущем состоянии пастбищ затрудняет принятие обоснованных управленческих решений.

- Отсутствие комплексного подхода к восстановлению – нехватка эффективных программ по рекультивации и рациональному использованию пастбищ.

Для решения этих проблем требуется систематический мониторинг состояния пастбищных угодий, позволяющий оперативно реагировать на негативные изменения и выработать эффективные меры по их восстановлению и рациональному использованию.

Цель работы – провести анализ состояния пастбищ в Мангистауском регионе с использованием геопространственных данных.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

Изучить теоретические аспекты мониторинга пастбищных угодий и методов дистанционного зондирования.

Провести анализ современного состояния пастбищ Мангистауской области на основе геоинформационных технологий.

Определить основные факторы деградации пастбищных земель и их влияние на продуктивность угодий.

Оценить возможности интеграции ГИС-технологий в систему кадастрового учета и землеустройства.

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении научных знаний о современных методах мониторинга пастбищных угодий с использованием геопространственных технологий. Работа вносит вклад в развитие теории кадастра и землеустройства, а также экологического менеджмента в сфере сельского хозяйства.

Практическая значимость исследования заключается в разработке рекомендаций по управлению пастбищными угодьями на основе геоинформационных данных. Результаты исследования могут быть использованы: органами государственного управления при разработке программ по восстановлению пастбищ; фермерскими хозяйствами для оптимизации выпаса скота; специалистами в области кадастра и землеустройства для мониторинга состояния земельных угодий.

Объект исследования – пастбищные угодья Мангистауской области.

Предмет исследования – методы геопространственного мониторинга состояния пастбищ и их применение в кадастровом учете и землеустройстве.



## **1 Теоретические основы мониторинга пастбищ**

### **1.1 Роль и значение пастбищных угодий в земельном фонде Казахстана**

Пастбищные угодья занимают ключевое место в земельном фонде Республики Казахстан, оказывая значительное влияние на развитие сельского хозяйства и экономики страны в целом. По данным Министерства сельского хозяйства РК, кормовые угодья составляют 191,6 млн га, что соответствует 70,3% территории страны. Из них 186,5 млн га приходится на пастбища, а 5,1 млн га - на сенокосы [1].

Пастбища обеспечивают кормовую базу для животноводства, являясь основным источником питания для крупного и мелкого рогатого скота, овец, коз и других сельскохозяйственных животных. Эффективное использование пастбищных ресурсов способствует повышению продуктивности животноводства, улучшению качества продукции и снижению себестоимости производства.

Однако, несмотря на обширные площади пастбищ, их текущее состояние вызывает серьезные опасения. Согласно данным космического мониторинга, проведенного АО «Қазақстан Ғарыш Сапары» в 2023 году, 87,2% всех пастбищных земель Казахстана находятся в плохом и очень плохом состоянии или вовсе не имеют растительности. Из 80,8 млн га обследованных земель, 70,5 млн га оказались в неудовлетворительном состоянии. Доля пастбищ в удовлетворительном состоянии составляет всего 10,2%, в хорошем – 2,1%, а в отличном – лишь 0,5% [2].

Основными причинами деградации пастбищ являются:

Чрезмерная нагрузка на пастбища: неконтролируемый выпас скота приводит к истощению растительного покрова и снижению плодородия почв.

Недостаток обводнения: отсутствие систем орошения и водопоев ограничивает доступ скота к воде, что негативно сказывается на их здоровье и продуктивности.

Климатические изменения: засушливые периоды и повышение температуры усиливают процессы опустынивания и эрозии почв.

Пастбищные угодья занимают значительную часть территории Казахстана, обеспечивая основу для развития животноводства. Согласно данным, кормовые угодья Республики Казахстан охватывают 191,6 млн га, что составляет 70,3% территории страны, из которых 186,5 млн га приходится на пастбища и 5,1 млн га на сенокосы [2].

Составляют 77% от общей площади, из них 25% расположены в песчаных районах. Охватывают 18% территории.

Северные и центральные регионы включают в себя обширные степные зоны, подходящие для выпаса скота. В Западной области преобладают полупустынные и пустынные ландшафты, где пастбища менее продуктивны. Южные и юго – восточные регионы это – горные и предгорные территории, характеризующиеся разнообразием пастбищных угодий.

Для детального изучения и визуализации распределения пастбищных угодий в Казахстане разработаны различные тематические карты. Например, серия карт, созданная с использованием, ГИС - технологий, включает данные о кормовых ресурсах, обводнении пастбищ и нагрузке выпаса сельскохозяйственных животных.

Использование таких карт позволяет более эффективно планировать и управлять пастбищными ресурсами, учитывая региональные особенности и текущее состояние угодий.

Для решения этих проблем в Казахстане реализуются проекты по оцифровке и обновлению геоботанических карт пастбищных угодий. В 2023 году была обновлена интерактивная карта [Jerkarta.gharysh.kz](http://Jerkarta.gharysh.kz), отражающая местоположение и площади всех возвращенных сельхозземель, а также территории с дефицитом пастбищных угодий. После завершения оцифровки всех сельхозземель планируется создать открытую электронную карту с качественными характеристиками почв и кормоемкостью пастбищных угодий.

Пастбищные угодья являются неотъемлемой частью земельного фонда Республики Казахстан, занимая около 70% территории страны. По данным Министерства сельского хозяйства РК, площадь пастбищ составляет 183,4 млн га. Эти угодья обеспечивают кормовую базу для животноводства, являясь основным источником питания для различных видов сельскохозяйственных животных.

Составляют 5% от общей площади. Несмотря на обширные площади, состояние многих пастбищ вызывает обеспокоенность. По данным космического мониторинга, проведенного в 2024 году, растительность на 82% пастбищ была неудовлетворительной: 31,9% (25,8 млн га) оценивались как очень плохие, а 50,2% (40,6 млн га) – как плохие. Основными причинами деградации являются чрезмерный выпас, недостаток обводнения и климатические изменения [3].

В 2024 году было возвращено 3,4 млн га пастбищных земель сельскому населению.

Создание цифровых карт пастбищных угодий на основе космического мониторинга, охватывающих 77,1 млн га в 45 районах страны [4].

Обновление карт для оценки реального состояния пастбищ и качества почв, что способствует адаптации к изменению климата и повышению продуктивности сельского хозяйства.

Таким образом, пастбищные угодья играют ключевую роль в земельном фонде Казахстана, обеспечивая основу для развития животноводства. Однако их текущее состояние требует принятия комплексных мер по восстановлению и рациональному использованию, включая внедрение современных технологий мониторинга и управления земельными ресурсами.

## 1.2 Основные проблемы деградации пастбищ и их влияние на сельское хозяйство

Пастбища являются основой для развития животноводства в Казахстане, обеспечивая кормовую базу для миллионов голов скота. Однако в последние десятилетия наблюдается значительная деградация этих угодий, что оказывает негативное влияние на сельское хозяйство и экономику страны в целом (рисунок – 1).

Согласно данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, общая площадь сельскохозяйственных угодий, подверженных ветровой и водной эрозии, превышает 30,5 млн гектаров, из которых 1,6 млн га приходится на пашни. Особенно тревожна ситуация с пастбищами: около 26,6 млн га находятся в состоянии сильной и средней степени деградации. Анализ региональных данных показывает, что в 15 из 17 областей страны более 80% пастбищных земель находятся в неудовлетворительном состоянии. В Мангистауской области этот показатель достигает 99,4%, в Атырауской – 98,1%, в Улытауской – 97,4% [5].

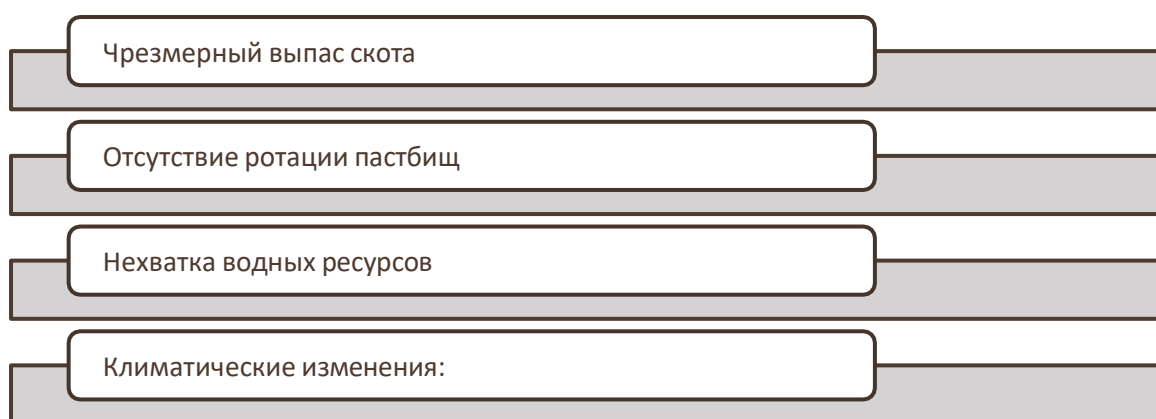


Рисунок 1 – Причины деградации

Несбалансированное использование пастбищ без учета их восстановительных способностей приводит к истощению растительного покрова и ухудшению почвенного слоя.

Постоянный выпас на одних и тех же территориях без периодов отдыха для восстановления растительности способствует деградации земель. Ограниченный доступ к воде в засушливых регионах усиливает нагрузку на определенные пастбищные зоны, приводя к их повторному использованию. Увеличение частоты засух и повышение температуры способствуют опустыниванию и снижению продуктивности пастбищ.

Деградация пастбищ оказывает прямое влияние на продуктивность животноводства. Снижение качества и количества кормовой базы приводит к уменьшению поголовья скота, снижению надоев молока и прироста массы

животных. Это, в свою очередь, отражается на доходах фермеров и продовольственной безопасности страны.

Кроме того, ухудшение состояния пастбищ способствует увеличению затрат на импорт кормов, повышает себестоимость продукции и снижает конкурентоспособность казахстанского сельского хозяйства на международном рынке.

Для борьбы с деградацией пастбищ в Казахстане разработан комплексный план управления пастбищными ресурсами, который включает в себя ряд ключевых мероприятий, направленных на сохранение, восстановление и рациональное использование пастбищных угодий.

Одним из важнейших направлений является рациональное использование пастбищных территорий. Введение систем ротационного выпаса позволяет снизить нагрузку на конкретные участки земли, давая им возможность восстанавливаться в естественных условиях. Такой подход особенно актуален для засушливых и полупустынных регионов Казахстана, где пастбищные экосистемы наиболее уязвимы к чрезмерному воздействию. Контроль за количеством выпасаемого скота, регулирование нагрузки на пастбищные угодья с учетом их продуктивности и возможности самовосстановления являются необходимыми мерами для предотвращения их дальнейшего истощения. В рамках рационального использования земельных ресурсов государством разрабатываются методические рекомендации для фермеров и сельскохозяйственных предприятий, позволяющие на практике внедрять эффективные методы управления пастбищами.

Важную роль в сохранении пастбищ играет мониторинг состояния земель. Для этого в Казахстане активно внедряются современные технологии, такие как дистанционное зондирование земли, использование геоинформационных систем (ГИС) и создание цифровых карт пастбищных угодий. Такие инструменты позволяют не только фиксировать текущее состояние земель, но и прогнозировать возможные изменения, связанные с климатическими факторами или деятельностью человека. Регулярное проведение геоботанических обследований помогает оценивать продуктивность пастбищ, выявлять участки, подверженные эрозии, засолению и деградации, а также разрабатывать меры по их восстановлению. Государственные программы по мониторингу пастбищных ресурсов направлены на комплексное изучение пастбищных экосистем и их адаптацию к современным условиям эксплуатации [6].

Еще одним ключевым направлением является восстановление деградированных территорий. Для этого применяются различные агротехнические и природоохранные мероприятия, направленные на улучшение состояния почвенного покрова и восстановление естественного растительного сообщества. В частности, используются методы биологической рекультивации, предусматривающие посев многолетних трав и устойчивых кормовых культур, способствующих укреплению почвы и предотвращению дальнейшего опустынивания. В засушливых регионах применяются технологии капельного орошения и создание искусственных водных источников, что способствует

поддержанию оптимального водного баланса в почве и снижению нагрузки на пастбищные угодья. В некоторых регионах Казахстана успешно внедряются программы по мелиорации пастбищ, включающие защиту почвы от эрозии и восстановление естественной растительности с использованием местных экотипов растений.

Не менее важным аспектом является повышение уровня знаний фермеров и владельцев сельскохозяйственных угодий в области устойчивого управления пастбищами. Для этого проводятся специальные обучающие семинары, тренинги и курсы, где аграриям разъясняются современные методы рационального использования пастбищных ресурсов, принципы ротационного выпаса, технологии восстановления почвы и растительности. Также разработаны государственные программы поддержки сельхозпроизводителей, предусматривающие субсидирование мероприятий по улучшению состояния пастбищ, что стимулирует фермеров к более ответственному и бережному отношению к земельным ресурсам [7].

Эффективная реализация данных мер возможна только при условии тесного взаимодействия между государственными органами, научными учреждениями и сельскохозяйственными производителями. В Казахстане разработана система мониторинга и управления пастбищными ресурсами на национальном уровне, которая включает в себя анализ данных, разработку законодательных норм и внедрение инновационных технологий в сельское хозяйство. Государственные структуры, ответственные за земельные ресурсы и аграрную политику, активно сотрудничают с научными институтами, занимающимися исследованиями в области пастбищного землепользования, что позволяет разрабатывать и внедрять эффективные стратегии по сохранению и восстановлению пастбищных экосистем [8].

Таким образом, комплексный подход к управлению пастбищными ресурсами, включающий рациональное использование угодий, мониторинг состояния земель, восстановление деградированных территорий и обучение фермеров, является необходимым условием для обеспечения устойчивого развития животноводства и сельского хозяйства в Казахстане. Реализация данных мер позволит сохранить пастбища как основу кормовой базы страны, повысить продуктивность сельхозугодий и минимизировать негативные последствия деградации земельных ресурсов.

### **1.3 Методы мониторинга состояния пастбищных угодий**

Мониторинг состояния пастбищных угодий играет ключевую роль в управлении земельными ресурсами, обеспечивая актуальные данные о динамике деградации, продуктивности растительного покрова и степени антропогенной нагрузки. В Казахстане применяются различные методы мониторинга, которые можно разделить на традиционные (полевые) и современные (дистанционные). Полевые исследования позволяют получить детальную информацию о состоянии



пастбищ путем непосредственного изучения почвенного и растительного покрова на местах.

Основные методы включают: Геоботанические обследования – изучение состава и структуры растительности, степени проективного покрытия пастбищ, биомассы и видового разнообразия (таблица 1). Оценивается деградация растительности, выявляются засоленные и эродированные участки. Анализ почвенных характеристик - исследование структуры почвы, уровня эрозии, содержания органического вещества, влагообеспеченности и засоленности. Эти параметры важны для оценки продуктивности пастбищных угодий. Измерение пастбищной нагрузки – учет численности выпасаемого скота на единицу площади. Этот показатель позволяет определить уровень антропогенного воздействия и предотвратить чрезмерную эксплуатацию земель [9].

Таблица 1 – Традиционные методы мониторинга состояния пастбищ

| Метод                          | Описание                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Геоботанические обследования   | Изучение состава и структуры растительности, степени проективного покрытия пастбищ, биомассы и видового разнообразия. Оценивается деградация растительности, выявляются засоленные и эродированные участки. |
| Анализ почвенных характеристик | Исследование структуры почвы, уровня эрозии, содержания органического вещества, влагообеспеченности и засоленности. Эти параметры важны для оценки продуктивности пастбищных угодий.                        |
| Измерение пастбищной нагрузки  | Учет численности выпасаемого скота на единицу площади. Этот показатель позволяет определить уровень антропогенного воздействия и предотвратить чрезмерную эксплуатацию земель.                              |
| Фенологические наблюдения      | Фиксирование изменений в сезонном развитии растительности, что позволяет отслеживать влияние климатических факторов на продуктивность пастбищ.                                                              |

Полевые исследования позволяют получить детальную информацию о состоянии пастбищ путем непосредственного изучения почвенного и растительного покрова на местах. Основные методы включают: Геоботанические обследования – изучение состава и структуры растительности, степени проективного покрытия пастбищ, биомассы и видового разнообразия.

Оценивается деградация растительности, выявляются засоленные и эродированные участки. Анализ почвенных характеристик – исследование структуры почвы, уровня эрозии, содержания органического вещества,

влагообеспеченности и засоленности. Эти параметры важны для оценки продуктивности пастбищных угодий. Измерение пастбищной нагрузки - учет численности выпасаемого скота на единицу площади. Этот показатель позволяет определить уровень антропогенного воздействия и предотвратить чрезмерную эксплуатацию земель [9].

Фенологические наблюдения – фиксирование изменений в сезонном развитии растительности, что позволяет отслеживать влияние климатических факторов на продуктивность пастбищ.

В последние годы все большее значение приобретают дистанционные методы мониторинга, основанные на использовании геоинформационных технологий и спутниковых снимков. Эти методы позволяют осуществлять регулярное наблюдение за состоянием пастбищных угодий на больших территориях.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – использование спутниковых снимков для анализа изменений в растительном покрове, выявления деградированных участков и оценки биопродуктивности пастбищ. В Казахстане используются данные таких спутников, как Landsat, Sentinel-2 и MODIS [10].

Геоинформационные системы (ГИС) – объединение данных полевых наблюдений и спутниковых снимков в электронные карты, позволяющие анализировать пространственное распределение пастбищных угодий, их состояние и изменения во времени. ГИС широко применяется при разработке планов рационального использования земельных ресурсов.

Спектральный анализ растительности – определение состояния пастбищ с помощью индексов растительного покрова, таких как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Этот показатель помогает оценить уровень деградации и биомассу пастбищных угодий.

Дроны и беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – использование дронов для съемки пастбищ в высоком разрешении. Это позволяет проводить локальный мониторинг земель и детально анализировать проблемные участки.

Наиболее эффективным является сочетание полевых и дистанционных методов мониторинга. Данные, полученные в ходе полевых исследований, используются для калибровки и проверки информации, поступающей со спутников и беспилотных аппаратов. Такой подход позволяет получить наиболее точную картину состояния пастбищных угодий и своевременно разрабатывать меры по их восстановлению и рациональному использованию. Применение современных технологий мониторинга в Казахстане способствует улучшению управления земельными ресурсами, снижению темпов деградации пастбищ и повышению эффективности сельского хозяйства.

## **1.4 Применение геопространственных данных в земельном мониторинге**

Использование геопространственных данных (ГПД) в мониторинге земельных ресурсов позволяет эффективно отслеживать изменения в состоянии пастбищных угодий, выявлять деградированные территории, анализировать динамику растительного покрова и прогнозировать будущие изменения. Геопространственные технологии обеспечивают комплексный анализ земельных ресурсов, повышая точность и скорость принятия управленческих решений.

Современный мониторинг пастбищных угодий базируется на использовании следующих ключевых технологий:

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – получение данных о состоянии земель с помощью спутниковых снимков и аэрофотосъемки. Используемые спутники:

1. Landsat (NASA, США) – предоставляет многолетние архивные данные, что позволяет анализировать динамику изменений земельных ресурсов.
2. Sentinel-2 (ESA, Европа) – высокое пространственное разрешение, позволяющее детально оценивать растительный покров.
3. MODIS (NASA) – используется для крупномасштабного анализа земного покрова и расчета индексов растительности

Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой современные программные комплексы, предназначенные для обработки, анализа и визуализации геопространственных данных. В Казахстане наибольшей популярностью пользуются несколько ключевых платформ, таких как ArcGIS от компании Esri, которая считается одной из самых мощных систем для пространственного анализа и картографирования. Широко применяется QGIS (Quantum GIS) – это бесплатное программное обеспечение, которое активно используется в сфере землеустройства и кадастра. Также востребована платформа ERDAS IMAGINE, которая ориентирована на обработку спутниковых данных и анализ растительного покрова [11].

Геоботаническое картирование является важным инструментом в мониторинге пастбищ, так как оно позволяет создавать цифровые карты растительного покрова на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и результатов полевых исследований. Эти карты позволяют не только оценивать уровень деградации земель, но и анализировать биомассу и степень антропогенной нагрузки на пастбищные угодья. Спектральный анализ растительности также играет значительную роль в мониторинге земельных ресурсов. Он включает использование различных индексов растительного покрова, таких как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который позволяет определять уровень фотосинтетической активности растений, EVI (Enhanced Vegetation Index), используемый для учета атмосферных влияний на вегетацию, и SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index), который помогает оценить состояние растительности на территориях с разной степенью засушливости [12].

Геостатистический анализ является неотъемлемой частью комплексного подхода к мониторингу пастбищных угодий. Он включает методы моделирования пространственного распределения пастбищных ресурсов, прогнозирования эрозии почв и оценки продуктивности земельных угодий. Использование таких методов позволяет выявлять закономерности изменения ландшафта, определять зоны риска деградации и разрабатывать стратегии их восстановления.

В мировой практике существуют успешные примеры применения геопространственных данных в земельном мониторинге. В Монголии из-за перегрузки пастбищ и климатических изменений многие регионы столкнулись с проблемой опустынивания. Для решения этой проблемы правительство внедрило систему мониторинга, основанную на данных спутников Sentinel – 2 и Landsat, а также ГИС-картировании. Был разработан специальный онлайн-портал, предоставляющий фермерам доступ к актуальной информации о состоянии пастбищ и рекомендациям по их рациональному использованию. В Казахстане активно используется Национальная система управления земельными ресурсами (НСУЗР), которая интегрирует геоинформационные данные и позволяет вести цифровой учет земельных угодий. В рамках этой системы были созданы цифровые карты пастбищных угодий, проведена классификация земель по степени деградации и разработаны рекомендации по их рациональному использованию. Еще одним успешным примером является программа восстановления пастбищ в Австралии, где применяется система дистанционного мониторинга, позволяющая определять зоны опустынивания и снижать нагрузку на земли путем оптимизации выпаса скота. В этом проекте используются спутниковые снимки, беспилотные летательные аппараты (дроны) и IoT-датчики, фиксирующие параметры влажности почвы и роста растительности, что помогает принимать обоснованные решения по управлению пастбищами [13].

Применение геопространственных данных в земельном мониторинге открывает широкие возможности для более эффективного контроля за состоянием пастбищ и их рационального использования (таблица 2). Использование современных технологий позволяет своевременно выявлять деградированные территории, разрабатывать стратегии восстановления и предотвращать дальнейшую потерю плодородных земель, что в конечном итоге способствует устойчивому развитию сельского хозяйства и повышению продуктивности пастбищных угодий.

Таблица 2 – Применение геопространственных данных в земельном мониторинге

| № | Направление применения                               | Описание                                                                                                                                                                                                                           |
|---|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Мониторинг состояния растительного покрова           | Спектральный анализ спутниковых данных (NDVI, EVI, SAVI) позволяет оценивать вегетационную активность, выявлять деградированные участки пастбищ и определять продуктивность земель.                                                |
| 2 | Картирование пастбищных угодий                       | Геоинформационные системы (ГИС) используются для создания цифровых карт пастбищ, отображающих границы угодий, уровень их деградации, почвенные характеристики и другие важные параметры.                                           |
| 3 | Анализ пастбищной нагрузки                           | Геопространственные данные позволяют рассчитывать плотность скота на единицу площади, выявлять территории с чрезмерной нагрузкой и разрабатывать меры по восстановлению пастбищ.                                                   |
| 4 | Прогнозирование засух и деградации земель            | Данные дистанционного зондирования в сочетании с метеорологическими показателями помогают прогнозировать засухи и их влияние на состояние пастбищных угодий.                                                                       |
| 5 | Контроль за изменением земельного фонда              | Геопространственные технологии отслеживают динамику изменений землепользования, выявляют нелегальные вырубки, расширение сельскохозяйственных угодий и другие антропогенные воздействия.                                           |
| 6 | Создание информационных систем управления пастбищами | Разрабатываются онлайн-платформы и мобильные приложения на основе геоданных, которые предоставляют фермерам актуальную информацию о состоянии пастбищ, рекомендации по управлению выпасом и прогнозы урожайности кормовых культур. |

Геопространственные данные в земельном мониторинге применяются для обеспечения рационального использования земельных ресурсов, позволяя сбалансированно распределять нагрузку на пастбища с учетом их продуктивности и экологической устойчивости. Они помогают предотвращать деградацию земель за счет своевременного выявления проблемных территорий и разработки мероприятий по их восстановлению. В сельском хозяйстве такие данные используются для мониторинга роста кормовых культур, оптимизации выпаса скота и повышения продуктивности пастбищных угодий. Кроме того, геопространственные технологии играют важную роль в экологическом контроле, выявляя зоны эрозии, засоления почв, потери растительного покрова и другие негативные процессы, угрожающие устойчивому развитию земельных ресурсов. На государственном уровне эти данные помогают формировать

политику в области землеустройства, способствуя разработке стратегий и нормативно-правовой базы для эффективного управления земельными ресурсами (таблица 3). Таким образом, геопространственные данные являются мощным инструментом для мониторинга и управления пастбищами, обеспечивая их устойчивое использование и предотвращая деградацию природных экосистем.

Таблица 3 – Плюсы применения геопространственных данных в земельном мониторинге

| № | Преимущества                                   | Описание                                                                                                                                               |
|---|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Высокая точность и детализация данных          | Современные спутниковые снимки и аэрофотосъемка позволяют выявлять деградацию пастбищ, засоление почв и эрозию с высокой точностью.                    |
| 2 | Оперативность и регулярность обновления данных | Спутниковый мониторинг (Sentinel-2, Landsat, MODIS) обеспечивает обновление данных каждые несколько дней, позволяя своевременно отслеживать изменения. |
| 3 | Большая территориальная охватность             | Мониторинг охватывает огромные территории без необходимости дорогостоящих наземных исследований, что особенно актуально для Казахстана.                |
| 4 | Автоматизированный анализ и обработка данных   | ГИС и машинное обучение позволяют обрабатывать большие массивы данных, выявлять проблемные зоны и разрабатывать прогнозы.                              |
| 5 | Экономическая эффективность                    | В долгосрочной перспективе использование геоданных снижает затраты на полевые исследования и повышает эффективность управления земельными ресурсами.   |
| 6 | Возможность интеграции с другими данными       | Геопространственные данные можно совмещать с метеорологическими, экономическими и агротехническими показателями для комплексного анализа.              |
| 7 | Прогнозирование и моделирование                | Позволяют строить прогнозы по изменению состояния пастбищ, оценивать риски засух и разрабатывать стратегии устойчивого использования земель.           |

Геопространственные данные играют важную роль в земельном мониторинге, предоставляя высокоточную информацию о состоянии пастбищных угодий, почвенных характеристиках и воздействии антропогенных факторов. Одним из ключевых преимуществ использования таких данных является высокая детализация и точность анализа. Современные спутниковые снимки и аэрофотосъемка позволяют выявлять процессы деградации пастбищ, засоление почв, эрозию и изменение растительного покрова. Это дает возможность проводить комплексную оценку земельных ресурсов и принимать меры по их рациональному использованию.

Еще одним важным плюсом является оперативность и регулярное обновление данных. В отличие от традиционных полевых исследований, которые



требуют значительных затрат времени и ресурсов, спутниковый мониторинг предоставляет актуальную информацию каждые несколько дней. Благодаря этому можно своевременно отслеживать изменения и корректировать стратегии управления пастбищными угодьями. Кроме того, геопространственные технологии охватывают большие территории, что особенно важно для Казахстана, где значительная часть земель используется в качестве пастбищ. Возможность мониторинга на региональном и национальном уровнях снижает затраты на наземные обследования и делает управление земельными ресурсами более эффективным [14].

Автоматизированный анализ данных с помощью геоинформационных систем и методов машинного обучения позволяет быстро и точно выявлять проблемные зоны, прогнозировать развитие процессов деградации и разрабатывать рекомендации по устойчивому использованию земель. Интеграция геопространственных данных с метеорологическими показателями, экономическими параметрами и информацией о сельскохозяйственном производстве расширяет возможности анализа и повышает точность прогнозов. Это способствует эффективному управлению земельными ресурсами, снижению негативного воздействия на окружающую среду и повышению продуктивности сельского хозяйства.

Таблица 4 – Минусы применения геопространственных данных в земельном мониторинге

| № | Ограничения                                          | Описание                                                                                                                                    |
|---|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Высокая стоимость оборудования и ПО                  | Разработка спутниковых систем и лицензирование ГИС-программ, таких как ArcGIS, требуют значительных финансовых вложений.                    |
| 2 | Требование к квалифицированным специалистам          | Работа с ГИС, спутниковыми данными и анализом требует знаний в дистанционном зондировании, землеустройстве и кадастре.                      |
| 3 | Ограниченная точность при облачности и снегопаде     | В регионах с частыми облаками или в зимний период качество спутниковых снимков снижается, что требует дополнительных наземных наблюдений.   |
| 4 | Зависимость от доступа к данным                      | Некоторые спутниковые снимки высокого разрешения платные, что ограничивает пользователей с небольшими бюджетами.                            |
| 5 | Ограниченные возможности анализа подземных процессов | Геоданные позволяют анализировать только поверхностные характеристики, но не выявляют глубинное засоление почв или подземные водные потоки. |

Однако, несмотря на все преимущества, применение геопространственных данных имеет и свои ограничения (таблица 4). Одной из главных проблем является высокая стоимость оборудования, программного обеспечения и спутниковых снимков высокого разрешения. Лицензирование таких систем, как ArcGIS, а также затраты на спутниковые снимки с детализированной визуализацией могут быть значительными, что затрудняет широкое внедрение этих технологий. Хотя существуют бесплатные альтернативы, такие как QGIS, их функциональные возможности уступают коммерческим решениям

Еще одной сложностью является необходимость в высококвалифицированных специалистах, обладающих знаниями в области дистанционного зондирования, землеустройства и кадастра. Недостаток таких кадров может стать серьезным барьером для эффективного использования геопространственных данных. Также стоит учитывать, что спутниковые снимки подвержены влиянию погодных условий. В районах с частой облачностью или в зимний период точность данных снижается, что требует проведения дополнительных наземных исследований.

Доступ к данным также остается ограничивающим фактором, поскольку некоторые спутниковые снимки высокого разрешения предоставляются на коммерческой основе. Бесплатные спутниковые данные, например, с Sentinel-2, обладают меньшей детализацией, что может снижать точность анализа. Еще одним недостатком является сложность анализа подземных процессов, поскольку геопространственные технологии в основном работают с поверхностными характеристиками земель. Это затрудняет выявление глубинного засоления почв, подземных водных потоков и других скрытых процессов.

Кроме того, обработка больших объемов спутниковых данных требует мощных вычислительных ресурсов и надежной технической инфраструктуры. Не все организации, особенно в сельскохозяйственном секторе, располагают необходимыми мощностями для эффективного хранения и анализа данных, что может ограничивать применение геопространственных технологий в земельном мониторинге [15].

Таким образом, использование геопространственных данных в земельном мониторинге открывает широкие возможности для анализа состояния пастбищ и рационального управления земельными ресурсами. Однако для их эффективного применения требуется комплексный подход, включающий финансовые инвестиции, подготовку специалистов и развитие технической инфраструктуры.

Для эффективного использования геопространственных данных в мониторинге земельных ресурсов требуется несколько ключевых компонентов.

Во-первых, необходимо иметь доступ к качественным исходным данным, включая высокоточные спутниковые снимки, результаты геоботанических обследований и почвенные карты. Во – вторых, важную роль играют современные программные решения, такие как ГИС-платформы, инструменты для обработки данных дистанционного зондирования и методы машинного обучения. В-третьих, необходимо наличие подготовленных специалистов-

экспертов в области ГИС, землеустройства и кадастра, которые способны правильно интерпретировать полученные данные и применять их в практической деятельности. Также важна государственная поддержка, включающая финансирование программ по мониторингу земель, разработку соответствующих законодательных норм и интеграцию геопространственных данных в систему управления земельными ресурсами.

### **1.5 Опыт мониторинга пастбищ в других регионах**

Опыт мониторинга пастбищных угодий в различных регионах мира демонстрирует эффективность использования современных технологий для предотвращения деградации земель и повышения их продуктивности. В Монголии, где традиционное кочевое животноводство сталкивается с проблемами перегрузки пастбищ, активно применяется спутниковый мониторинг. В рамках национальной программы устойчивого управления пастбищами используется система дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на основе спутников Sentinel – 2 и Landsat. Это позволяет отслеживать изменения растительного покрова, прогнозировать засухи и оптимизировать нагрузки на пастбища. В дополнение к спутниковым данным используются наземные датчики и мобильные приложения, которые помогают пастухам оценивать состояние угодий в режиме реального времени [16].

В Австралии мониторинг пастбищных угодий играет важную роль в борьбе с опустыниванием. Здесь активно применяются дроновые технологии и IoT-датчики, фиксирующие уровень влажности почвы, биомассу растительности и изменения в структуре земель. Система дистанционного мониторинга позволяет фермерам получать рекомендации по оптимальному выпасу скота, снижая антропогенную нагрузку на пастбища. Австралийская программа Land Condition Monitoring использует ГИС-аналитику для оценки состояния земельных ресурсов и прогнозирования возможных рисков [17].

В Соединенных Штатах системы мониторинга пастбищ интегрированы с аграрными программами, такими как Rangeland Analysis Platform (RAP). Эта платформа объединяет данные ДЗЗ, полевые исследования и климатические модели, позволяя ранчо оценивать продуктивность пастбищ и прогнозировать изменения в структуре растительного покрова. Применение облачных вычислений и машинного обучения помогает автоматизировать анализ данных, снижая необходимость в дорогостоящих полевых исследованиях.

В Европе мониторинг пастбищных угодий является частью программы «Зеленая сделка» и направлен на поддержание экологически устойчивого сельского хозяйства. В странах ЕС активно используются данные Copernicus и платформы Earth Observation for Sustainable Agriculture (EO4SA), позволяющие фермерам и агрономам получать информацию о состоянии земель в реальном времени. В некоторых странах, таких как Германия и Франция, существуют

государственные субсидии на внедрение ГИС и спутниковых технологий для управления пастбищами [18].

Африканские страны, особенно Кения и Эфиопия, используют спутниковый мониторинг для предотвращения деградации пастбищ в условиях засушливого климата. Международные организации, такие как FAO и World Bank, поддерживают проекты по интеграции данных ДЗЗ с локальными знаниями фермеров. В частности, в Кении реализуется система Early Warning System, основанная на анализе спутниковых снимков и данных о погодных условиях, позволяющая прогнозировать засухи и предупреждать фермеров о возможных рисках.

Опыт разных регионов показывает, что современные технологии дистанционного зондирования, геоинформационные системы и наземные измерения позволяют значительно повысить эффективность управления пастбищными угодьями, снижая риски деградации земель и повышая продуктивность сельского хозяйства.

Одним из успешных примеров использования геопространственных данных является проект ПРООН и Министерства сельского хозяйства Казахстана, направленный на восстановление пастбищных угодий в южных и центральных регионах страны. В рамках этого проекта применяются спутниковые снимки Sentinel – 2 и Landsat, а также индексы растительности (NDVI, EVI) для оценки продуктивности земель. Кроме того, используются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для высокоточного анализа состояния растительного покрова.

Также Казахстан активно сотрудничает с международными организациями, такими как Всемирный банк и Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (FAO), для внедрения передовых методов мониторинга земель. Например, в рамках программы "Устойчивое управление земельными ресурсами" проводится оценка деградации пастбищ в регионах, подверженных опустыниванию, с применением технологий дистанционного зондирования.

Для фермеров и сельхозпроизводителей Казахстана разработаны мобильные и онлайн – платформы, позволяющие получать данные о состоянии пастбищ, климатических условиях и прогнозах продуктивности угодий. Одним из таких проектов является система KazRangelands, которая предоставляет данные о пастбищных нагрузках и помогает в планировании устойчивого выпаса скота.

Несмотря на успехи, в Казахстане остается ряд проблем в мониторинге пастбищных угодий. Основными препятствиями являются нехватка квалифицированных специалистов в области ГИС и дистанционного зондирования, недостаточное финансирование инновационных проектов, а также слабая интеграция научных исследований в практическое управление земельными ресурсами. Однако дальнейшее развитие цифровых технологий и международное сотрудничество могут значительно повысить эффективность мониторинга и управления пастбищными угодьями в стране.

## 2 Анализ состояния пастбищ Мангистауской области

### 2.1 Общая характеристика природно-климатических условий региона

Мангистауская область расположена на юго – западе Казахстана, на побережье Каспийского моря. Этот регион занимает площадь около 165 тыс. км<sup>2</sup>, что делает его одним из крупнейших в стране. Климат здесь резко континентальный, засушливый, с жарким летом и холодной зимой, что оказывает значительное влияние на состояние пастбищных угодий (рисунок – 2).



Рисунок – 2 Характеристика природно-климатических условий Мангистауской области

Мангистауская область граничит на западе с Каспийским морем, на северо-западе – с Атырауской областью, на северо-востоке – с Актюбинской областью, на востоке и юге - с Туркменистаном и Узбекистаном.

Рельеф региона представлен в основном плато и равнинами, среди которых выделяются:

Мангышлакское плато – наиболее значимая географическая структура, включающая хребты Каратау, Северный и Южный Актау.

Устюртское плато – занимает восточную часть области, характеризуется каменистыми пустынями.

Карагие (Каргие) – одно из самых низких мест Казахстана и СНГ (-132 м ниже уровня моря).

Мангистауская область – один из самых засушливых регионов Казахстана, где среднегодовое количество осадков не превышает 100-150 мм, а испаряемость

в десять раз выше выпадающих осадков. Это приводит к хроническому дефициту влаги и делает экосистемы региона уязвимыми. Зимний период характеризуется холодной погодой со средними температурами от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ , при этом возможны резкие похолодания до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Лето в Мангистауской области экстремально жаркое – средняя температура колеблется в диапазоне  $+30^{\circ}\text{C}$ . $+40^{\circ}\text{C}$ , а в самые знойные дни воздух может прогреваться до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Весна и осень отличаются короткими переходными периодами с резкими температурными перепадами и сильными ветрами. Ветер – одно из постоянных природных явлений региона, зимой часто наблюдаются бора и штормовые ветра, скорость которых достигает 20-25 м/с.

Из-за засушливого климата на территории области отсутствуют постоянные реки, что обуславливает нехватку пресной воды. Основным водным ресурсом региона является Каспийское море. Кроме того, в области встречаются соленые озера, такие как Саура и Караколь, однако их вода непригодна для питья. Значимую роль в водоснабжении играют артезианские воды, которые являются ключевым источником влаги для населения и сельского хозяйства

Почвенный покров региона представлен слаборазвитыми и малоплодородными почвами. Преобладают серо-бурые пустынные почвы с низким содержанием гумуса. В прибрежных районах встречаются засоленные почвы, в том числе солончаки и солонцы, что существенно снижает продуктивность земель. В платообразных участках доминирует каменистый и глинистый субстрат, ограничивающий развитие растительности.

Растительный покров Мангистауской области крайне скуден, характерны полупустынные и пустынные виды флоры. В пастбищных угодьях преобладают солянки, такие как саксаул, белый и черный саксаул, а также кермеки, которые являются устойчивыми к засухе кустарниками и используются в качестве корма для скота. Среди травянистой растительности распространены полыни, включая песчаную и солончаковую разновидности, которые являются важной кормовой базой для верблюдов и овец. В местах с более высокой влажностью встречаются злаки, такие как ковыль, житняк и осока.

Основные проблемы растительного покрова связаны с высокой степенью деградации пастбищных угодий, вызванной дефицитом влаги и чрезмерным выпасом. В регионе наблюдается активное распространение солончаков, что существенно снижает продуктивность земель. На юге области усиливаются процессы опустынивания, обусловленные изменением климата.

Для визуального анализа состояния пастбищных угодий активно используются карты растительности, почв и климатических условий, а также спутниковые снимки, позволяющие оценить уровень деградации земель и разрабатывать стратегии по их восстановлению.

Таким образом, Мангистауская область характеризуется экстремально суровыми климатическими условиями, ограниченными водными ресурсами и высокой степенью деградации пастбищных угодий. Эти факторы делают регион уязвимым перед процессами опустынивания, что требует постоянного

мониторинга, внедрения геоинформационных технологий и разработки адаптивных методов ведения сельского хозяйства.

## **2.2 Анализ текущего состояния пастбищ с использованием геопространственных данных**

В ходе анализа NDVI за период с 2020 по 2025 годы была выполнена последовательная и глубокая работа по изучению изменений растительного покрова в Мангистауской области, используя спутниковые данные Sentinel - 2 и возможности облачной платформы Google Earth Engine. Основной целью стало выявление пространственно - временной динамики деградации пастбищных угодий, а также установление закономерностей, отражающих воздействие климатических и антропогенных факторов на экологическое состояние региона.

Работа началась с подбора подходящих спутниковых изображений высокого качества. Для каждого исследуемого года – с 2020 по 2025 - были выбраны снимки, относящиеся к летнему периоду, преимущественно с июня по август. Эти месяцы характеризуются наибольшим проявлением вегетационной активности, что делает их наиболее показательными для анализа состояния пастбищ. В процессе подготовки данных особое внимание уделялось фильтрации облачности и устранению шумов, чтобы исключить искажения при расчётах.

После подготовки данных был выполнен расчёт NDVI. Использовалась классическая формула, основанная на соотношении отражения в ближнем инфракрасном и красном диапазонах:  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ . Для каждого года создавалась отдельная карта, отображающая вегетационную активность по всей территории области. Цветовая палитра на картах позволяла визуально интерпретировать ситуацию: от зелёных зон, где сохраняется хотя бы минимальный уровень биомассы, до коричневых и серых участков, полностью лишённых растительности.

Сравнение данных за разные годы позволило выявить закономерную отрицательную динамику. В 2020 году в северных и северо - восточных районах области ещё сохранялись участки с умеренным NDVI, в том числе вблизи источников воды или на участках с ограниченным выпасом. Средний показатель NDVI по региону был низким, но стабильным (рисунок – 3). Однако уже в 2021 году на ряде территорий началось снижение индекса, особенно в районах с высокой антропогенной нагрузкой. К 2022 году значительные площади перешли в зону критически низких значений – менее 0.1, что отражало деградацию растительного покрова. В 2023 и 2024 годах этот процесс усилился: практически вся центральная и южная часть области оказалась в зоне с минимальной или отсутствующей растительностью. Лишь незначительные локальные участки демонстрировали признаки восстановления, возможно, благодаря природоохранным мероприятиям или случайным климатическим улучшениям. В 2025 году ситуация стабилизировалась, но на крайне низком уровне.



Большинство ранее зелёных пятен исчезли, общая площадь с NDVI выше 0.2 стала крайне ограниченной.

Все рассчитанные значения были сведены в единую базу, что позволило построить график динамики NDVI по годам. Кроме того, с помощью математического анализа были рассчитаны годовые разницы между NDVI-снимками, что дало возможность выделить зоны с наибольшими темпами деградации. Эти участки стали основой для составления карты критических территорий, требующих срочных восстановительных мер. Также были определены зоны, где несмотря на общее ухудшение, сохраняется потенциал для устойчивого восстановления.

Анализ состояния пастбищных угодий Мангистауской области проводился с использованием геопространственных данных, полученных через платформу Google Earth Engine (GEE). Основной метод оценки включал анализ индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который отражает плотность и состояние растительного покрова. Этот индекс рассчитывается на основе спутниковых данных Sentinel – 2 и MODIS, позволяя выявить зоны деградации пастбищ и определить уровень продуктивности земель.

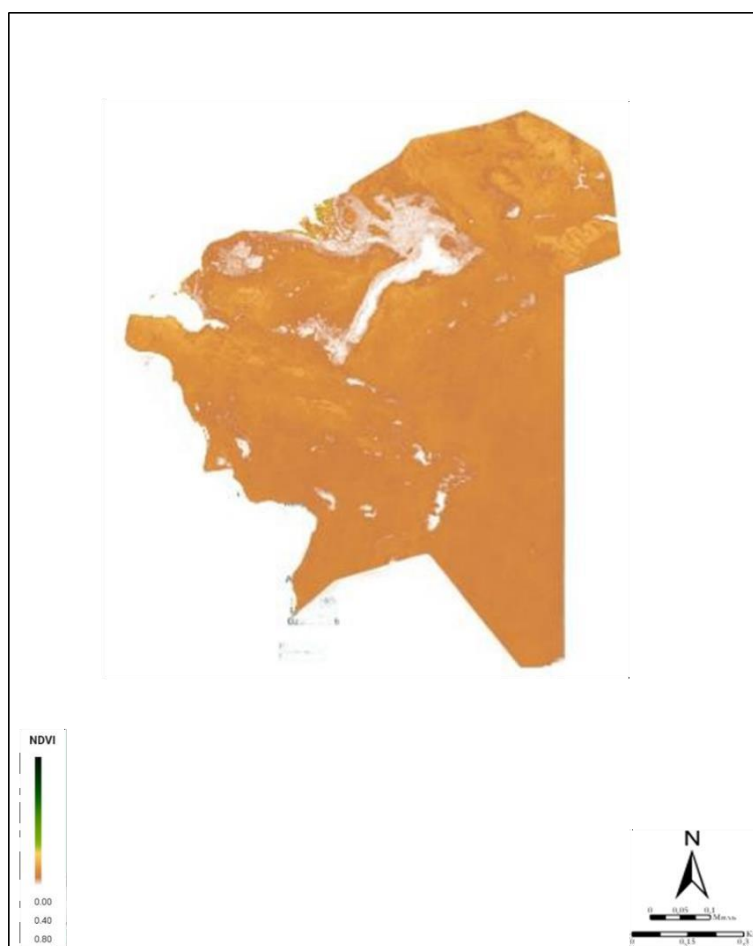


Рисунок – 3 Карта индекса NDVI в Мангистауской области за 2020 год

Поскольку в Мангистауской области преобладают пустынные и полупустынные ландшафты, значения NDVI здесь традиционно низкие. Анализ спутниковых снимков за последние годы показал, что большая часть территории имеет умеренные или низкие показатели вегетационной активности. В частности, распределение значений NDVI выглядит следующим образом:

Низкий уровень NDVI (low) – 2.65% территории. Эти участки практически лишены растительности и подвержены активным процессам опустынивания.

Умеренный уровень NDVI (moderate) – 95.58% территории. Данный диапазон свидетельствует о наличии растительности, однако её продуктивность ограничена засушливыми условиями региона.

Средний уровень NDVI (average) – 0.89% территории. Такие зоны встречаются точечно, в основном в районах с повышенной влажностью.

Высокий уровень NDVI (high) – 0.88% территории. Эти участки представляют собой наиболее продуктивные зоны, часто расположенные вблизи источников воды, включая артезианские скважины и редкие оазисы.

Дополнительно были использованы индексы засоления почвы (Salinity Index, SI), позволяющие выявить участки с высоким уровнем солончаков. Данные анализа подтвердили, что засоление является одной из ключевых проблем пастбищ Мангистауской области, особенно в низменных районах. Это негативно влияет на продуктивность пастбищных угодий, ограничивая произрастание кормовых растений.

Геопространственные данные также позволили выявить диспропорции в использовании пастбищ. Вблизи населённых пунктов наблюдается перегрузка угодий, что приводит к деградации растительного покрова. В то же время отдалённые районы остаются слабоиспользуемыми, что частично связано с нехваткой водных ресурсов и труднодоступностью территории.

Спутниковый мониторинг динамики NDVI за последние лет указывает на рост процессов опустынивания, особенно в южных и центральных районах области. Визуальный анализ спутниковых снимков подтверждает, что значительная часть территории претерпела ухудшение вегетационного покрова, что может быть связано как с климатическими изменениями, так и с антропогенным воздействием.

Для проведения анализа были использованы спутниковые снимки Sentinel – 2, обработанные на платформе Google Earth Engine. Период с 2020 по 2025 год был выбран для того, чтобы зафиксировать среднесрочные изменения растительного покрова, включая возможные последствия климатических колебаний и антропогенной нагрузки (в первую очередь – выпаса скота). NDVI-значения были классифицированы по уровням вегетационной активности: от критически низких (почти полное отсутствие растительности) до относительно стабильных, характерных для участков с доступом к воде или с ограниченным выпасом.

На заключительном этапе данные NDVI за шесть лет были объединены в единую интегральную карту, отображающую обобщённую динамику и пространственное распределение пастбищной деградации. Карта чётко показала

расширение зон опустынивания, усиление давления на почвенный покров, а также необходимость внедрения целенаправленных мер по регулированию нагрузки и восстановлению растительности.

Анализ NDVI за 2020-2025 годы доказал высокую эффективность спутникового мониторинга как инструмента оценки состояния земельных ресурсов. Полученные результаты стали основой для объективных выводов о критическом положении пастбищ в Мангистауской области и позволили сформулировать практические рекомендации по улучшению ситуации с применением геоинформационных технологий, фитомелиорации и адаптивного управления выпасом (рисунок – 4).

Результаты показали, что большая часть территории Мангистауской области стабильно характеризуется низкими значениями NDVI. Это соответствует аридным условиям региона, где природная растительность изначально скудна, а климатические условия ограничивают развитие травяного и кустарникового покрова. Тем не менее, даже в таких условиях анализ NDVI позволил выявить негативную динамику. Сравнение данных за 2020 и 2025 годы показало, что на ряде участков в центральной и южной частях области произошло дополнительное снижение NDVI, что свидетельствует об усилении процессов деградации – истощении растительности, обнажении почв, росте засоленности и увеличении эрозии.

Особое внимание в анализе уделялось районам с концентрацией пастбищных хозяйств и населённых пунктов. Вблизи населённых зон, где наблюдается высокая пастбищная нагрузка, NDVI демонстрирует более резкое снижение. Это указывает на несбалансированное использование земель, где территория не успевает восстанавливаться между сезонами выпаса. В то же время, в северных и восточных участках области, ближе к границам с Актюбинской областью, зафиксировано незначительное повышение NDVI. Это может быть связано с меньшей эксплуатацией земель, более благоприятными микроклиматическими условиями или реализацией отдельных программ по восстановлению пастбищ.

Карта NDVI за 2020-2025 годы не только иллюстрирует текущее состояние угодий, но и даёт основание для прогнозирования дальнейших изменений. Например, на основе полученной динамики можно предположить, какие участки окажутся в зоне риска полной деградации в ближайшие 5-10 лет. Это позволяет заблаговременно разрабатывать меры по рекультивации, изменению структуры выпаса и введению системы ротации пастбищ. Кроме того, такие данные можно интегрировать в региональные цифровые платформы по управлению земельными ресурсами.

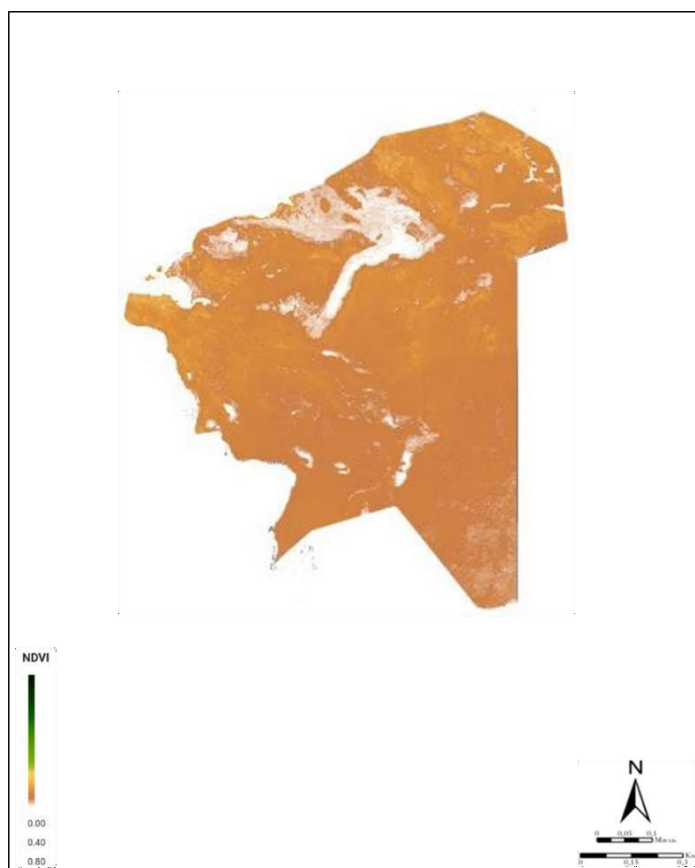


Рисунок – 4 Карта индекса NDVI в Мангистауской области за 2025 год.

Сравнительный анализ NDVI за 2020 и 2025 годы показал отчётливое ухудшение состояния пастбищных угодий в Мангистауской области. В 2020 году значения NDVI на большей части территории оставались на низком, но стабильном уровне, что соответствовало засушливому климату региона, однако позволяло сохранять минимальный растительный покров. Особенно это проявлялось в северных и северо-восточных районах, где NDVI достигал значений от 0.15 до 0.25, что свидетельствовало о наличии редкой, но устойчивой растительности. Вблизи населённых пунктов и водоисточников наблюдались локальные участки с более высоким индексом – до 0.35, вероятно за счёт мелиоративных мероприятий или ограниченного выпаса. В целом, климатические условия 2020 года были относительно благоприятными, без экстремальных засух, что позволило сохранить определённую биологическую активность на пастбищах.

К 2025 году ситуация значительно ухудшилась. Спутниковые данные зафиксировали заметное снижение NDVI практически по всей территории области. Районы, которые в 2020 году демонстрировали умеренные значения вегетационной активности, к 2025 году показали снижение индекса до критически низких уровней – менее 0.1, что указывает на практически полное отсутствие жизнеспособной растительности. В центральной и южной частях области, где деграционные процессы уже были выражены, наблюдается расширение зон с опустыниванием. Даже участки с ранее стабильным

состоянием, например, около оазисов или в зонах традиционного животноводства, демонстрируют регресс, что может быть связано с истощением водных ресурсов, усилением пастбищной нагрузки и отсутствием системы ротации. Среднее снижение NDVI по региону составило от 0.05 до 0.1 единицы, что критично для аридных экосистем, и свидетельствует о продолжающемся истощении продуктивного слоя почвы и утрате пастбищной ценности.

Таким образом, за период с 2020 по 2025 год произошло наглядное ухудшение экологической обстановки, выражающееся в снижении биомассы, сокращении площади пригодных для выпаса территорий и расширении зоны деградации. Эти изменения подтверждают не только негативное влияние климатических факторов, но и необходимость пересмотра существующей системы землепользования. Полученные данные NDVI служат основанием для перехода к более устойчивому управлению пастбищами и внедрению восстановительных мероприятий.

Таким образом, результаты анализа свидетельствуют о сложной экологической обстановке в регионе. Основными проблемами являются низкая продуктивность пастбищ, распространение засоленных земель, перегрузка угодий вблизи населённых пунктов и активное опустынивание территории. Для эффективного управления пастбищами требуется регулярный мониторинг с использованием спутниковых данных, внедрение адаптивных методов выпаса и восстановительных мероприятий, а также улучшение системы водоснабжения для пастбищного животноводства.

### **2.3 Оценка устойчивости почв и продуктивности растительности Мангистауской области**

Мангистауская область Казахстана, находящаяся в зоне аридного климата, характеризуется ограниченным количеством осадков и разнообразием ландшафтов, что влияет на состояние пастбищ и сельскохозяйственных угодий. Пастбища региона играют важную роль в экономике, однако в последние десятилетия наблюдается ухудшение их состояния, вызванное как природными факторами (например, засуха), так и антропогенными воздействиями (например, эрозия, чрезмерный выпас скота). Для оценки устойчивости почв, продуктивности растительности и прогнозирования изменений в экосистемах Мангистауской области было проведено исследование с использованием геопространственных данных. Это исследование направлено на оценку эрозионной опасности, продуктивности растительности, а также воздействия осадков на сельскохозяйственные угодья региона.

Анализ устойчивости почв к эрозии в Мангистауской области был проведен с использованием геопространственных данных, обработанных в специализированных, ГИС – системах. Основой исследования послужил коэффициент К (K-factor), который характеризует подверженность почвы размыванию под воздействием воды и ветра.

Результаты пространственного анализа показали, что большая часть территории Мангистауской области (окрашенная в синий цвет на карте) характеризуется относительно низкой подверженностью эрозионным процессам. Однако наблюдаются участки с повышенной эрозионной опасностью, что имеет важное значение для оценки пригодности земель к сельскохозяйственному и пастбищному использованию (рисунок – 5).

Основная часть территории устойчива к эрозии за счет плотного и засушливого почвенного покрова.

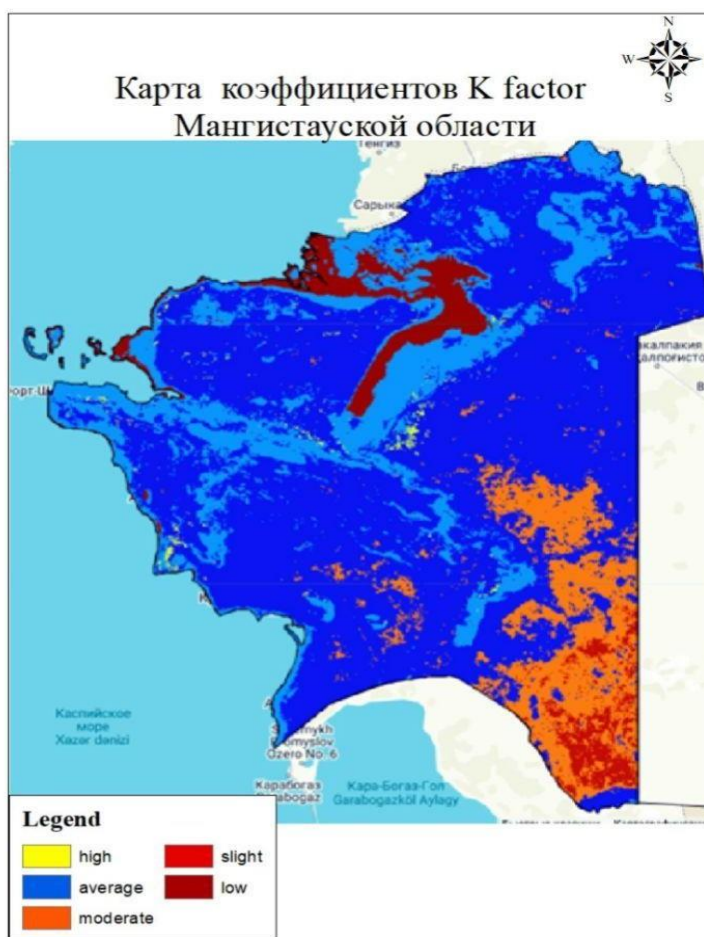


Рисунок – 5 К-factor Мангистауской области

В прибрежных районах и на возвышенностях отмечены зоны с повышенной эрозией из-за ветровых нагрузок и слабой закрепленности почвенного слоя.

На северо-западе области выявлены территории с высоким коэффициентом эрозии (отмечены красным и темно – красным цветом). Это связано с рыхлыми почвами, недостаточным растительным покровом и ветровой активностью.

В юго-восточной части отмечены участки со средней устойчивостью к эрозии (оранжевые зоны), что свидетельствует о развитии процессов деградации почвы.

В районах с высокой эрозионной активностью наблюдается снижение плодородия почв, что может ограничивать использование земель для сельского хозяйства.

Проведенный анализ подтвердил, что эрозионные процессы в Мангистауской области распределены неравномерно. Большая часть территории обладает высокой устойчивостью к эрозии, однако имеются зоны, где почвы подвержены интенсивному разрушению.

Исследование индекса GPP (Gross Primary Productivity) в Мангистауской области позволило оценить продуктивность растительного покрова региона. Анализ проводился на основе спутниковых данных, обработанных в геоинформационных системах, что позволило выявить пространственное распределение первичной продуктивности. Индекс GPP характеризует способность растительности фиксировать углерод в процессе фотосинтеза, отражая биологическую активность экосистем и их потенциал для поддержания сельскохозяйственной и природной среды.

Результаты анализа показали, что значительная часть территории области находится в зоне низкой первичной продуктивности, что обусловлено засушливым климатом, бедным почвенным покровом и недостаточным количеством влаги. Темные зоны на карте обозначают участки с крайне низким индексом GPP, где растительный покров практически отсутствует. Эти территории, как правило, представляют собой пустынные ландшафты с минимальной биологической активностью. Оранжевые и красные участки указывают на зоны умеренной продуктивности, где растительность все же присутствует, но ее развитие ограничено климатическими условиями. Зеленые области, хоть и занимают незначительную часть территории, представляют собой наиболее продуктивные экосистемы, обычно расположенные в долинах, поймах рек и на участках с повышенной влажностью (рисунок – 6).

На рисунке – 7 представлена карта эрозии почв Мангистауской области, выполненная с использованием цветовой градации по уровням потерь почвы в тоннах на гектар в год (t/ha/year).

Карта эрозии почв Мангистауской области демонстрирует значительное территориальное различие в степени почвенной деградации. Северная и северо-восточная часть региона, включая район города Бейнеу, характеризуется преобладанием зон с низкой и умеренной эрозией, что указывает на относительную стабильность почвенного покрова. В этих районах в основном преобладают синие и зелёные участки, свидетельствующие о незначительных потерях почвы.



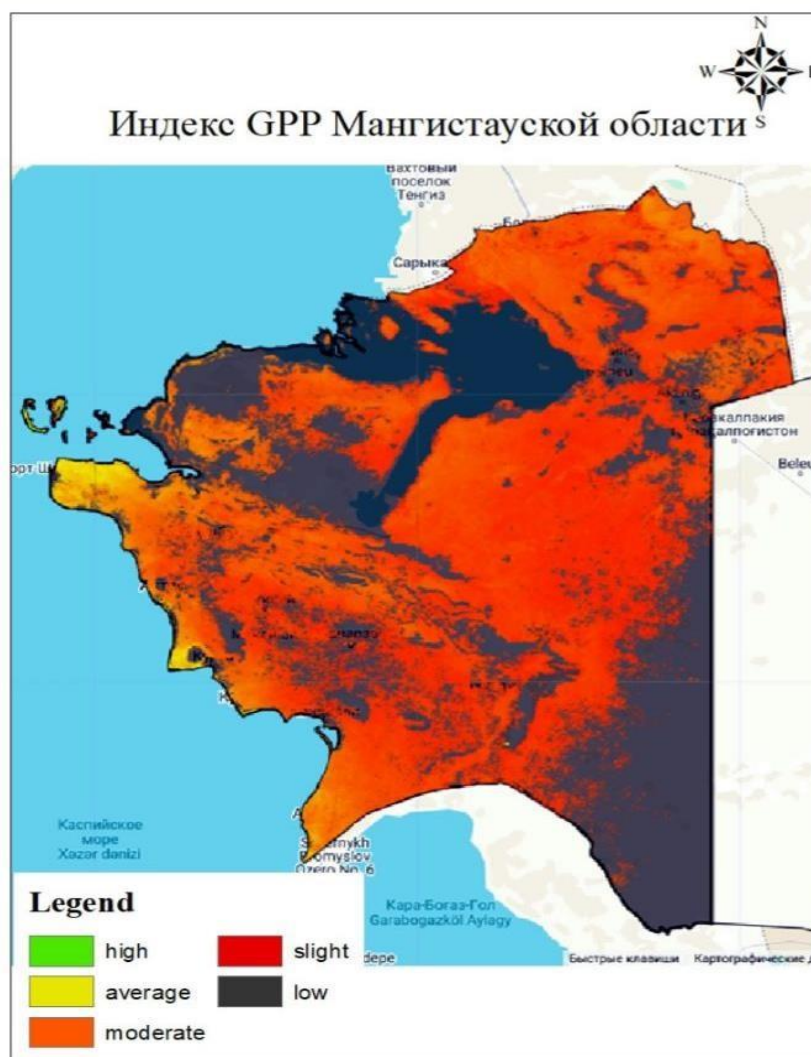


Рисунок – 6 Индекс GPP Мангистауской области

Данные подтверждают, что регион испытывает значительные экологические ограничения для ведения сельского хозяйства и природопользования. Основными факторами, влияющими на низкие значения GPP, являются засуха, слабое развитие почвенного слоя и интенсивное антропогенное воздействие. Деградация растительного покрова ведет к снижению кормовой базы для пастбищного животноводства и способствует процессам опустынивания.

Для повышения продуктивности экосистем возможны мероприятия по улучшению почвенных условий, внедрению водосберегающих технологий и восстановлению растительного покрова в стратегически важных зонах. Использование данных GPP позволяет осуществлять мониторинг изменений в экосистемах и разрабатывать стратегии адаптации к неблагоприятным климатическим условиям региона.



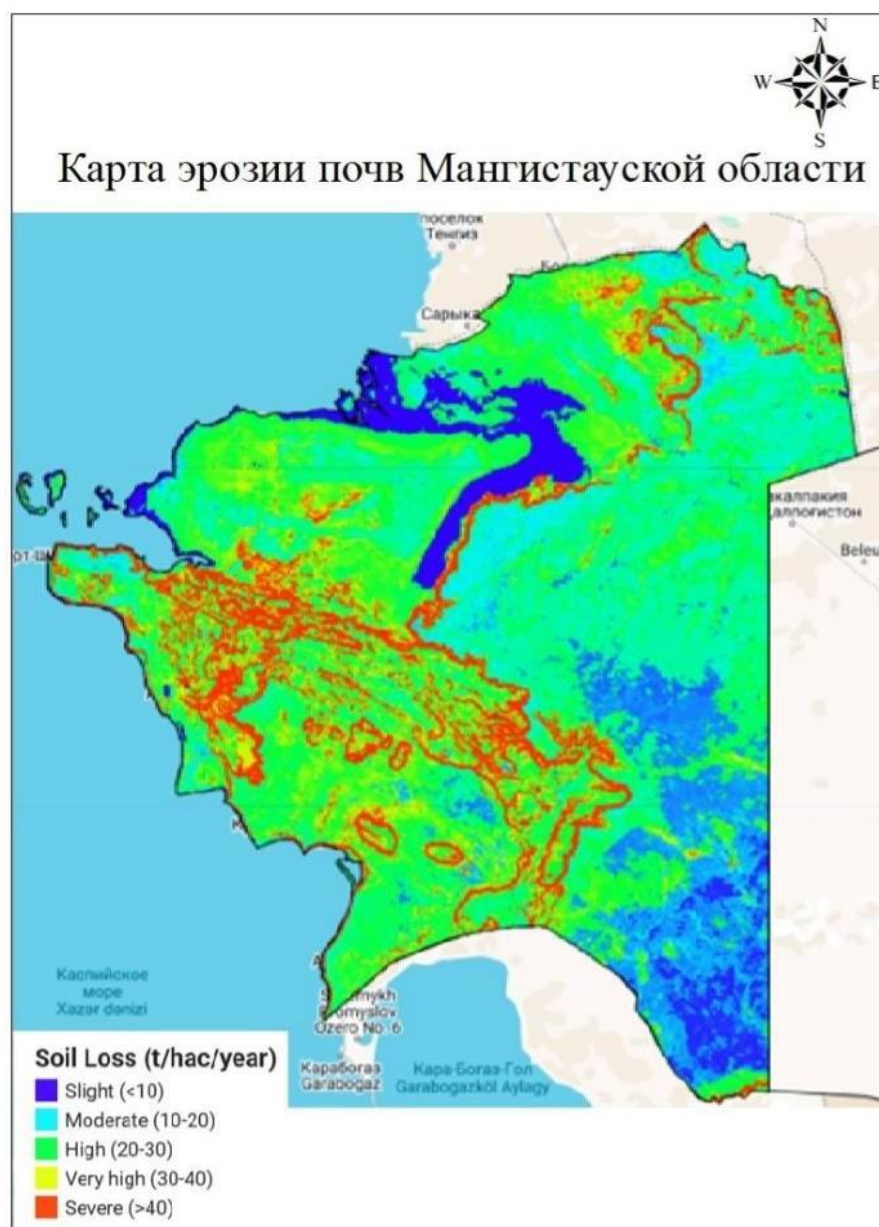


Рисунок – 7 Карта эрозии почв Мангистауской области

Центральная часть области, расположенная между Жанаозеном и Форт-Шевченко, напротив, отличается наличием значительного количества оранжевых и красных зон. Это свидетельствует о высоком и критическом уровне эрозии почв, особенно на склонах и возвышенностях, где эрозионные процессы наиболее интенсивны. Южные районы, в частности местность Карагие и прибрежные участки Каспийского моря, в основном окрашены в синие и зелёные тона, что говорит о незначительной и умеренной эрозии. Однако на возвышенных участках и по границам региона встречаются отдельные зоны с высокой и очень высокой эрозией, что требует дополнительного внимания.

Западная часть Мангистауской области, включая прибрежные территории Каспийского моря и окрестности города Актау, в целом подвержена умеренной эрозии, но также включает участки с выраженной эрозией. На эти процессы,

вероятнее всего, оказывает влияние активная хозяйственная деятельность, связанная с промышленностью и добычей полезных ископаемых.

Особую обеспокоенность вызывают проблемные зоны, обозначенные на карте красным и оранжевым цветом. К ним относятся центральная часть Мангистау, включая горы Каратау и плато Устюрт, которые требуют немедленного внедрения противоэрозионных мероприятий. Южно – западные склоны региона также являются очагами интенсивной эрозии, вероятно, из-за сочетания особенностей рельефа и воздействия ветров.

Для предотвращения дальнейшего разрушения почвенного покрова рекомендуется проведение лесопосадок и фитомелиорации в наиболее уязвимых зонах. Следует ограничить выпас скота в эрозионно нестабильных местах, укрепить склоны и создать террасы для уменьшения смыва. Также необходимо внедрить постоянный мониторинг и зонирование земель с использованием геоинформационных систем (ГИС), что позволит отслеживать динамику эрозионных процессов и своевременно реагировать на ухудшение ситуации.

Мангистауская область, расположенная в юго-западной части Казахстана, характеризуется засушливым климатом с низким уровнем осадков. Для анализа влияния осадков на состояние пастбищ в регионе рассмотрим данные за 2020 и 2025 годы. Согласно исследованиям, в период с 1950 по 2020 год наблюдалось незначительное увеличение годового количества осадков в Казахстане – примерно на 5,5 мм за десятилетие. Однако эти изменения неравномерны по регионам: в северных областях осадки увеличиваются, тогда как в южных и центральных – уменьшаются.

Прогнозируемые изменения осадков в Мангистауской области по различным климатическим моделям указывают на неоднозначные перспективы. Согласно модели GFDL, ожидается уменьшение осадков на 3 мм, по IPSL – на 5 мм, тогда как HadGEM и MIROC, напротив, предсказывают увеличение – на 8 мм и 1 мм соответственно. Такие различия подчеркивают высокую степень неопределенности в оценках, однако в целом они указывают на тенденцию к либо слабому увеличению, либо снижению уровня осадков. Это особенно критично для Мангистауской области, учитывая её и без того засушливый климат и ограниченные водные ресурсы.

Пастбищные угодья региона напрямую зависят от количества осадков: растительность, служащая кормовой базой, не способна развиваться при дефиците влаги. Снижение осадков может значительно снизить продуктивность пастбищ, ускорить процессы деградации земель и спровоцировать эрозионные процессы. Даже незначительное увеличение осадков, напротив, способно положительно повлиять на восстановление травостоя, повысить кормовую ценность территорий и улучшить общее экологическое состояние пастбищ.

Учитывая эти факторы, крайне важно наладить систематический мониторинг осадков с применением геопространственных технологий, таких как спутниковые снимки и ГИС – аналитика. Это позволит своевременно выявлять климатические изменения и прогнозировать риски для сельскохозяйственного использования земель. Также необходимо внедрение адаптивных стратегий

управления пастбищами, включая гибкое регулирование нагрузок, чередование выпаса и временное исключение особо уязвимых участков. Устойчивые практики, такие как использование засухоустойчивых кормовых культур, мероприятия по удержанию влаги в почве и улучшение водозабора, должны стать ключевыми элементами в стратегии сохранения пастбищ.

Визуально прослеживается стабильная картина с незначительными отклонениями: большинство регионов сохраняют низкий уровень осадков (с преобладанием светло-коричневых и жёлтых оттенков), указывающих на типичный полусухой и сухой климат. Однако в 2025 году картина вновь указывает на снижение – в частности, в центральной и северо-восточной части области проявляется ослабление влагообеспечения. Это может говорить о цикличности процессов и общей уязвимости региона к даже незначительным колебаниям климатических условий.

Несмотря на локальные колебания, общий климатический тренд остаётся неблагоприятным для устойчивого ведения пастбищного хозяйства без внедрения механизмов адаптации. Необходим постоянный мониторинг, долгосрочное планирование и устойчивое природопользование для сохранения кормовой базы региона и предотвращения деградации земель.

Карта углов наклона рельефа Мангистауской области является одной из ключевых основ пространственного анализа, поскольку уклон поверхности напрямую влияет на интенсивность эрозионных процессов и общую устойчивость почв. Она позволяет количественно и визуально оценить, насколько крутой рельеф на различных участках территории, что особенно важно для засушливых регионов, таких как Мангистау, где даже кратковременные дожди на крутых склонах могут вызывать серьезные разрушения почвенного покрова. Кроме того, уклон играет важную роль при моделировании поверхностного стока, определении направлений водного и ветрового переноса частиц, а также в аграрном и экологическом планировании (рисунок – 8).

Для создания данной карты использовалась цифровая модель рельефа (ЦМР) – растровый слой, в котором каждому пикселю соответствует определённое значение высоты над уровнем моря. Источником ЦМР могли быть данные со спутников (например, SRTM или ALOS PALSAR) или результаты интерполяции топографических карт. После загрузки ЦМР в геоинформационную систему (например, ArcGIS или QGIS) была применена функция «Slope» – инструмент пространственного анализа, который рассчитывает уклон поверхности в градусах или процентах, исходя из изменений высоты между соседними пикселями.

В результате получился растровый слой, где каждый пиксель отображает значение угла наклона местности.

Анализ карты уклонов показал, что на значительной части Мангистауской области преобладают территории с небольшим уклоном, что характерно для пустынных плато и пологих предгорий. Однако в отдельных районах, особенно в зоне Устюртского плато и на юге области, встречаются участки с уклонами более 10-15°, что делает их особенно уязвимыми к эрозии. Эти участки часто

совпадают с зонами, где наблюдается оголение почвенного покрова и ограниченное развитие растительности, что ещё больше усиливает эрозионные процессы.

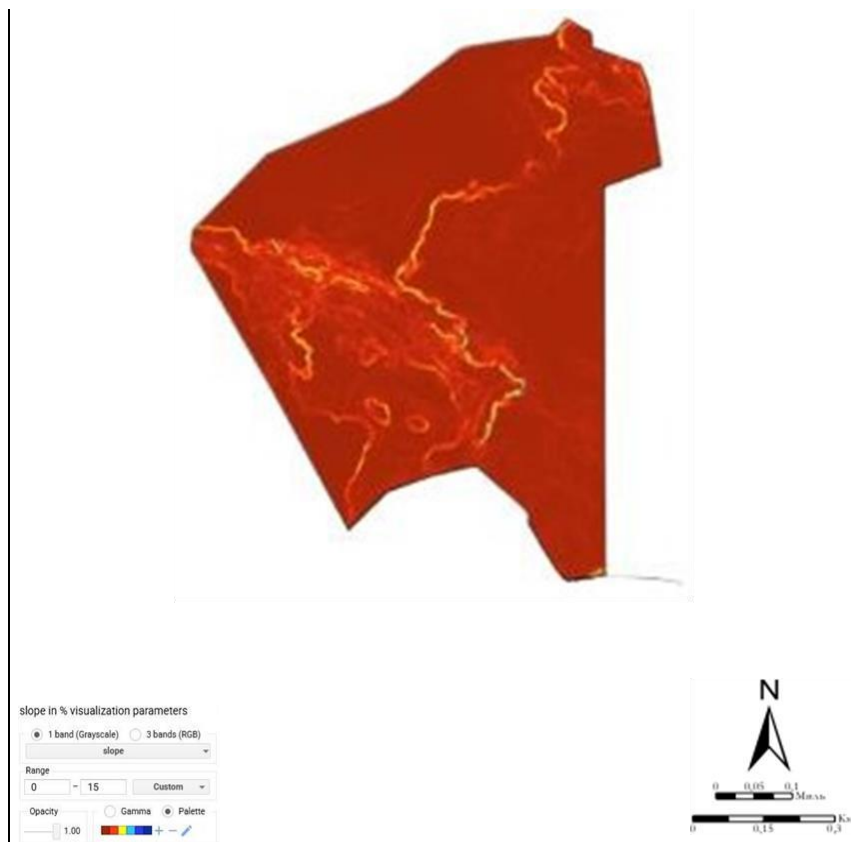


Рисунок – 8 Карта углов наклона поверхности рельефа Мангистауской области

Также важно отметить, что карта уклонов рельефа имеет не только самостоятельное значение, но и играет важную роль при построении других аналитических карт. В частности, она была использована при составлении карты эрозии и карты устойчивости почв, поскольку крутизна склона – один из ключевых факторов, включаемых в многокритериальные модели оценки эрозионной опасности. Кроме того, с помощью производных от карты уклонов, таких как карта экспозиции склонов (направление наклона), можно дополнительно оценивать потенциальное влияние солнечной инсоляции и ветрового режима на деградацию почв. Таким образом, карта уклонов рельефа представляет собой не просто фон для других тематических карт, а является самостоятельным аналитическим продуктом, дающим представление о пространственной неоднородности рельефа и его влиянии на устойчивость экосистем. Её построение и интерпретация являются важным этапом в комплексной оценке деградации земель и планировании природоохранных мероприятий. Для проведения анализа состояния сельскохозяйственных угодий в Мангистауской области были использованы картографические материалы трёх



ключевых районов региона: Каракиянского, Тупкараганского и Бейнеуского (рисунок – 9).

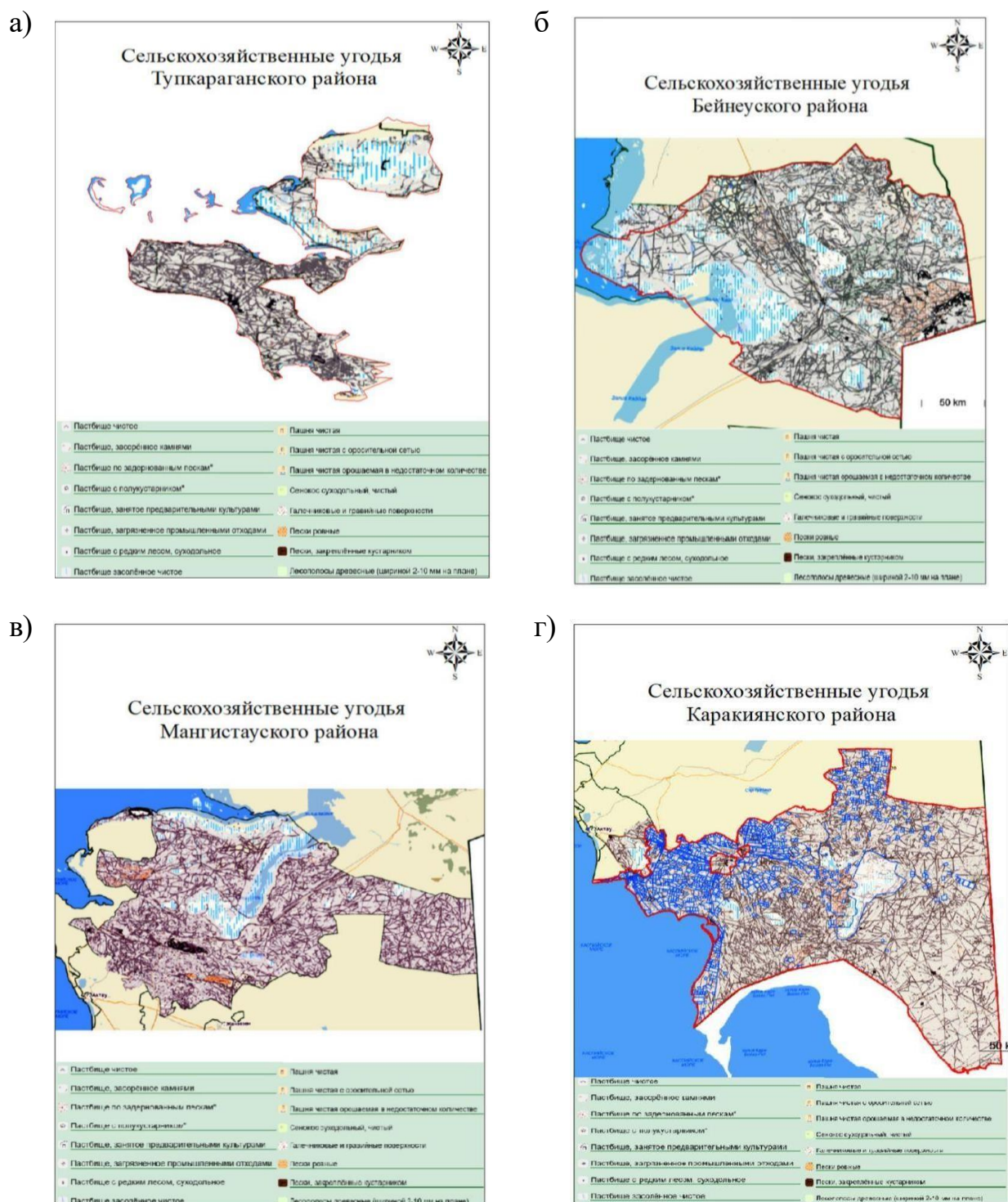


Рисунок – 9 Анализ сельскохозяйственных угодий Мангистауской области: а) сельскохозяйственные угодья Тупкараганского района; б) сельскохозяйственные угодья Бейнеуского района; в) сельскохозяйственные угодья Мангистауского района; г) сельскохозяйственные угодья Каракиянского района.

В Каракиянском районе преобладают пастбища по задернованным пескам и пастбища с полукустарником. Большая часть территории представлена участками, пригодными для выпаса скота, однако значительное внимание привлекают зоны, загрязнённые промышленными отходами, что требует дальнейшего мониторинга и возможно, рекультивации. Вдоль побережья и южной части района также отмечаются участки с закреплёнными кустарником песками, что указывает на необходимость сохранения почвенного покрова.

Тупкараганский район характеризуется преобладанием пастбищ, засорённых камнями и песчаными участками. Чистые пастбища встречаются реже и сосредоточены в северной части территории. Наличие крупных участков галечниковых и гравийных поверхностей свидетельствует о природных ограничениях для эффективного ведения традиционного животноводства. Вместе с тем, сохранённые участки чистой пашни и оросительных сетей дают возможность для ограниченного земледелия.

В Бейнеуском районе наблюдается большая концентрация пастбищ, расположенных по задернованным пескам, а также значительные площади засоленных участков, что может свидетельствовать о деградации почв. При этом, в восточной и северо – восточной части района сохраняются крупные массивы чистых пастбищ, которые представляют ценность для устойчивого животноводства. В районе также присутствуют древесные лесополосы, указывающие на элементы агролесомелиорации, способствующие снижению эрозионных процессов.

Таким образом, проведённый с помощью ГИС – анализ позволяет сделать вывод о неравномерном распределении качественных пастбищных угодий в пределах Мангистауской области. Районы существенно различаются по степени деградации и природным ограничениям, что должно учитываться при разработке программ по рациональному использованию и восстановлению пастбищ. Полученные данные могут быть использованы для последующего создания цифровой базы данных и внедрения системы мониторинга в реальном времени с использованием дистанционного зондирования и GPS – контроля.

Анализ состояния пастбищ и сельскохозяйственных угодий в Мангистауской области выявил значительное территориальное различие в степени почвенной деградации и первичной продуктивности растительности. Большая часть региона характеризуется низкой продуктивностью растительности из-за засушливого климата и бедного почвенного покрова. Однако на некоторых территориях сохраняются участки с умеренной продуктивностью, что создает возможности для восстановительных мероприятий. Снижение осадков или их цикличность в будущем может существенно повлиять на устойчивость экосистем региона, что подчеркивает необходимость постоянного мониторинга и применения методов адаптации к меняющимся климатическим условиям.

### 3 Анализ состояния сельскохозяйственных угодий и управление природными ресурсами в Мангистауской области

#### 3.1 Анализ климатических условий и водного баланса Мангистауской области

Прежде всего, с целью анализа резких изменений в сельскохозяйственных угодьях мы рассмотрели температуру, климат и водный баланс Мангистауской области.

Динамика средней температуры (2020-2025 гг.). В отличие от первоначального предположения о росте температуры, диаграмма показывает, что средняя температура в регионе остаётся относительно стабильной, без чёткой тенденции к повышению. В некоторые годы наблюдается даже лёгкое снижение. Это указывает на локальные климатические колебания, а не устойчивое потепление (рисунок – 10).

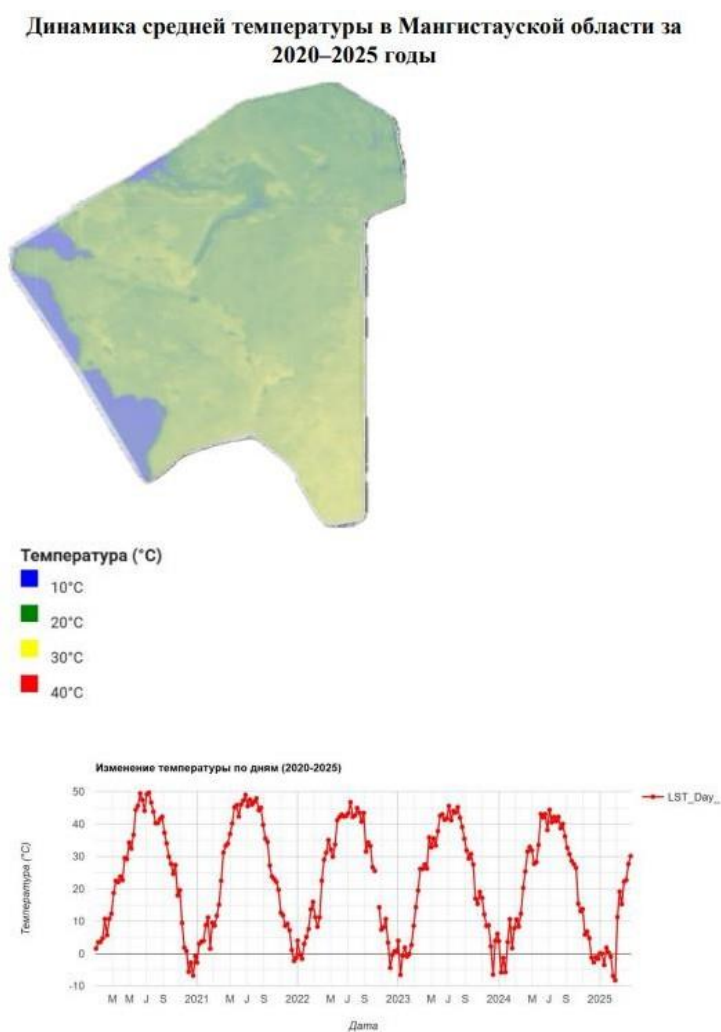


Рисунок – 10 Карта температуры Мангистауской области

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что температурные изменения в исследуемом районе являются незначительными. Это может свидетельствовать о частичной адаптации микроклимата к внешним природным и антропогенным воздействиям, что, в свою очередь, смягчает возможные колебания климатических параметров. Несмотря на отсутствие признаков выраженного климатического стресса на текущем этапе, сохраняется необходимость в продолжении регулярного мониторинга, поскольку даже слабые изменения при накоплении могут оказывать влияние на экосистемы и устойчивость пастбищ в долгосрочной перспективе.

Карта летней климатической динамики также демонстрирует различия по территории, но в целом не указывает на резкое повышение температур. В некоторых районах заметны более тёплые условия, но есть и зоны, где температура осталась на прежнем уровне или снизилась. Проведённый анализ показал, что летний период в регионе сохраняет жаркий характер, однако температурные значения не достигают экстремальных показателей (рисунок – 11).

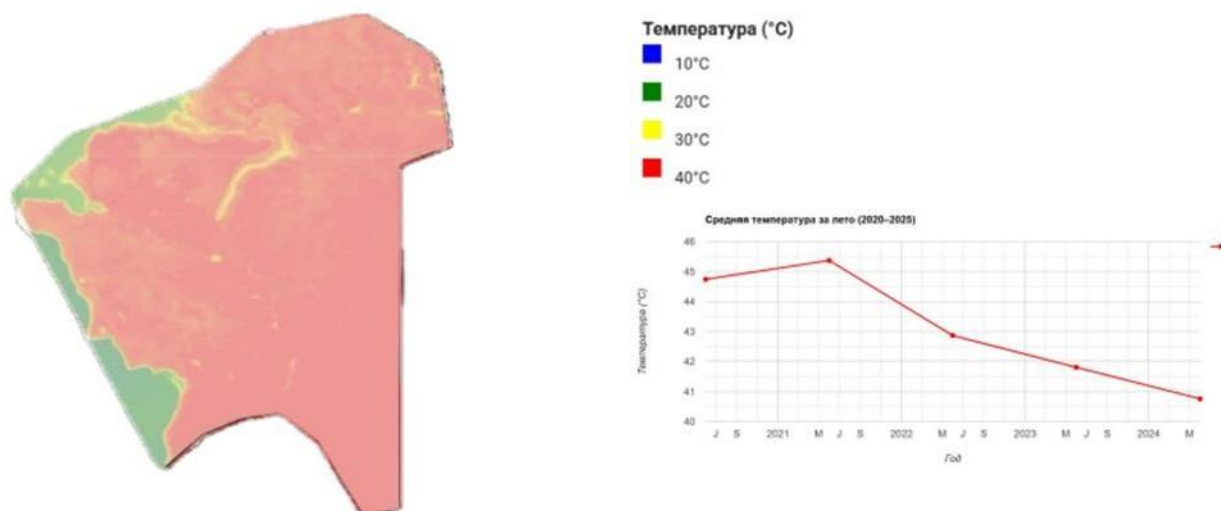


Рисунок – 11 Летняя климатическая динамика Мангистауской области (2020-2025 гг.)

Вместе с тем отмечаются чётко выраженные пространственные различия в температурных режимах, что имеет важное значение для локального планирования сельского хозяйства, размещения пастбищ и развития инфраструктуры. Учет этих различий позволяет более точно адаптировать хозяйственную деятельность к природным условиям и повысить эффективность использования территориальных ресурсов.

Диаграмма водного баланса свидетельствует о заметном снижении показателей в 2022-2023 годах, что, вероятно, связано с засушливыми климатическими условиями в указанный период. Однако в 2024-2025 годах наблюдается восстановление водного баланса: значения становятся нейтральными, а в отдельных районах даже положительными. Это может



указывать на начало процессов естественного восстановления водных ресурсов или результат принятых мер по их рациональному использованию. Карта распределения водного баланса по территории региона показывает, что в северо-западных районах сохраняется преимущественно нейтральное состояние, тогда как в остальных районах фиксируется положительный баланс. К 2025 году ситуация в целом нормализуется, что подчёркивает необходимость гибкого и территориально ориентированного управления водными ресурсами. Для достижения устойчивости в будущем важно обеспечивать локальную адаптацию — в том числе путём накопления и сохранения воды в относительно благоприятные по водообеспеченности годы. Использование водосберегающих технологий становится особенно актуальным для уязвимых территорий, где водный баланс подвержен колебаниям (рисунок – 12).

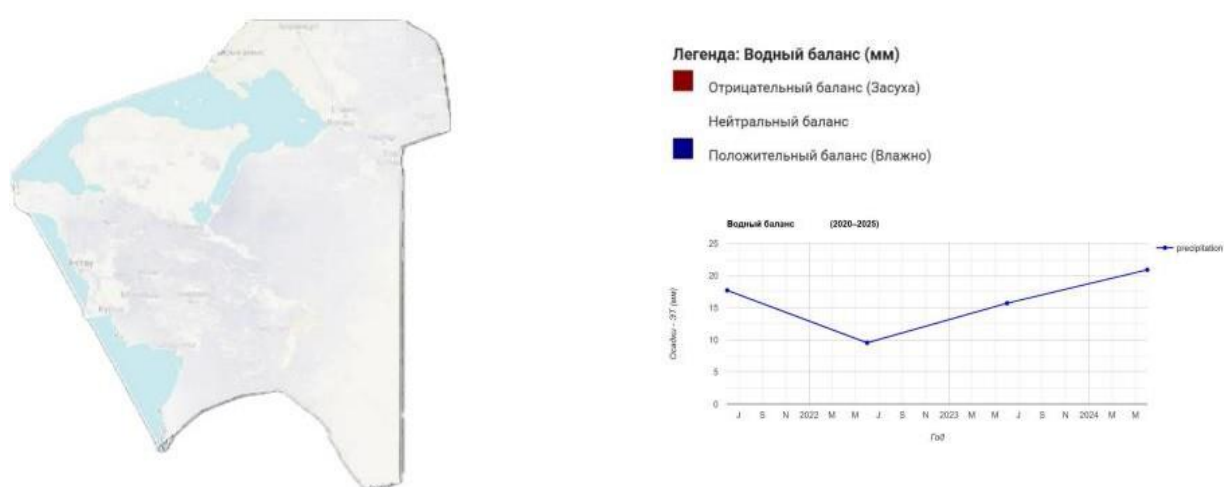


Рисунок – 12 Карта динамики водного баланса Мангистауской области (2020-2025 гг.)

Таблица 3 отражает основные климатические и гидрологические тенденции за период 2020–2025 гг. Анализ показывает, что средняя температура оставалась относительно стабильной, без выраженного тренда к повышению, однако наблюдались локальные климатические различия, особенно в летние месяцы. Водный баланс демонстрировал снижение в 2022–2023 годах, но частично восстановился к 2024–2025 гг. На основе выявленных данных даны рекомендации по мониторингу, адаптации сельского хозяйства и укреплению водной устойчивости, особенно в более уязвимых южных и центральных регионах.

Таблица 3 – Сводный анализ водного баланса

| Показатель          | Наблюдение (2020-2025)                           | Выводы                                   |
|---------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Средняя температура | Небольшие колебания, без устойчивого роста       | Стабильный климат, но требует наблюдения |
| Летний климат       | Локальные различия, не везде рост жары           | Важна адаптация на уровне районов        |
| Водный баланс       | Снижение в 2022-2023, восстановление в 2024-2025 | Нужна гибкая стратегия водообеспечения   |

Рекомендации по водному балансу:

- Продолжить мониторинг температуры и водного баланса по районам;
- Разработать меры на случай кратковременного снижения водного баланса (резервуары, экономия);
- Учитывать различия в климате при сельскохозяйственном планировании;
- Повышать устойчивость водных систем в южных и центральных районах.

### 3.2 Современное состояние сельскохозяйственных угодий и меры по устойчивому управлению пастбищами в Мангистауской области

Далее мы хотели представить карту сельскохозяйственных угодий. Для создания карты сельскохозяйственных угодий мы взяли границы Мангистауской области, загрузили соответствующие спутниковые снимки из сайта ЕКГН и проверили их соответствие с контурами границ (рисунок – 13).

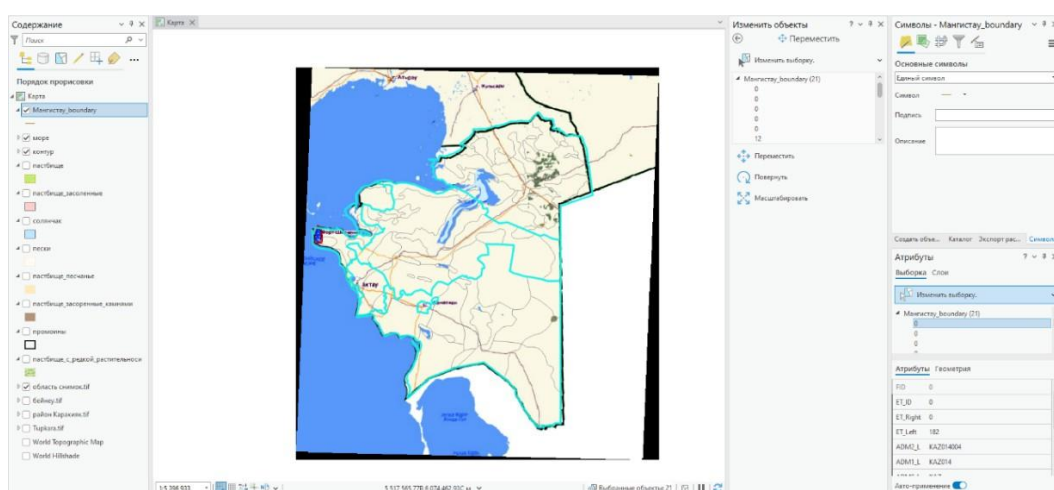


Рисунок – 13 Территория Мангистауской области

После наложения границ и загрузки снимка мы выполнили геопривязку. Завершив процесс привязки, мы проанализировали изменения в границах и при необходимости скорректировали их (рисунок – 14).

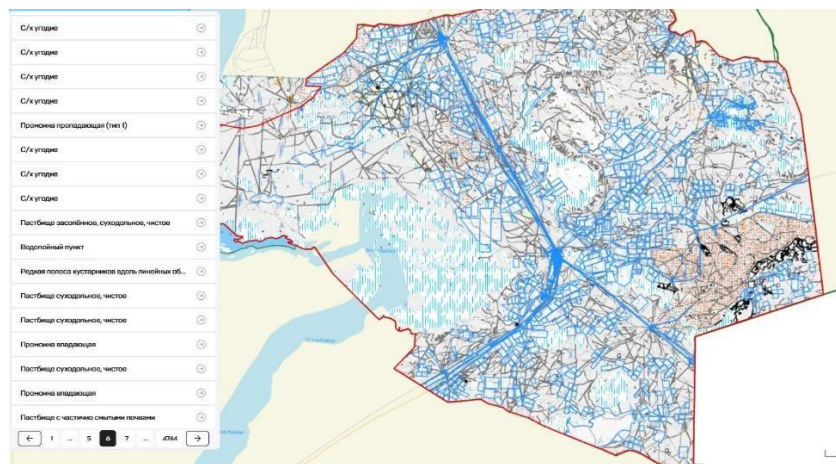


Рисунок – 14 Сельскохозяйственные угодья, извлечённые из системы ЕКГН

Мы нанесли контуры и моря, отделяющие сельскохозяйственные угодья. Затем все участки были оцифрованы в виде полигонов и классифицированы по типам угодий (рисунок – 15).

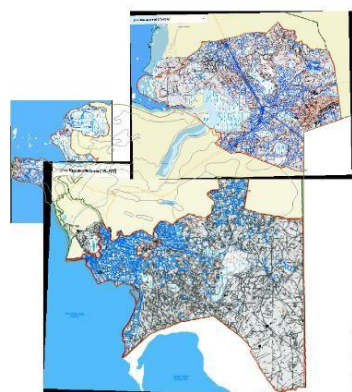
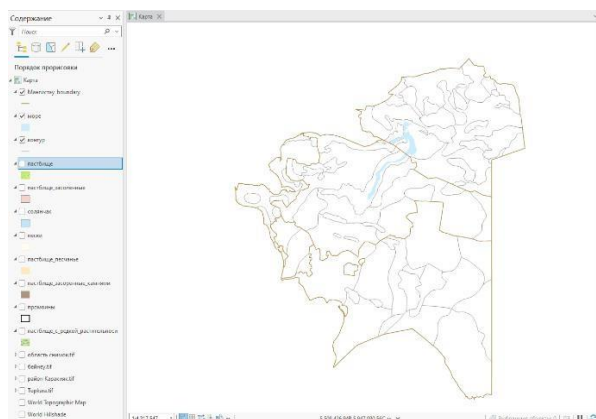


Рисунок – 15 Оцифровка полигонов

Поскольку карта сельскохозяйственных угодий не отображалась в полном объёме на уровне всей области, мы загрузили спутниковые снимки по отдельным районам и провели детальный анализ и классификацию угодий в каждом из них (рисунок – 16).

### Сельхоз угодья Мангистауский области

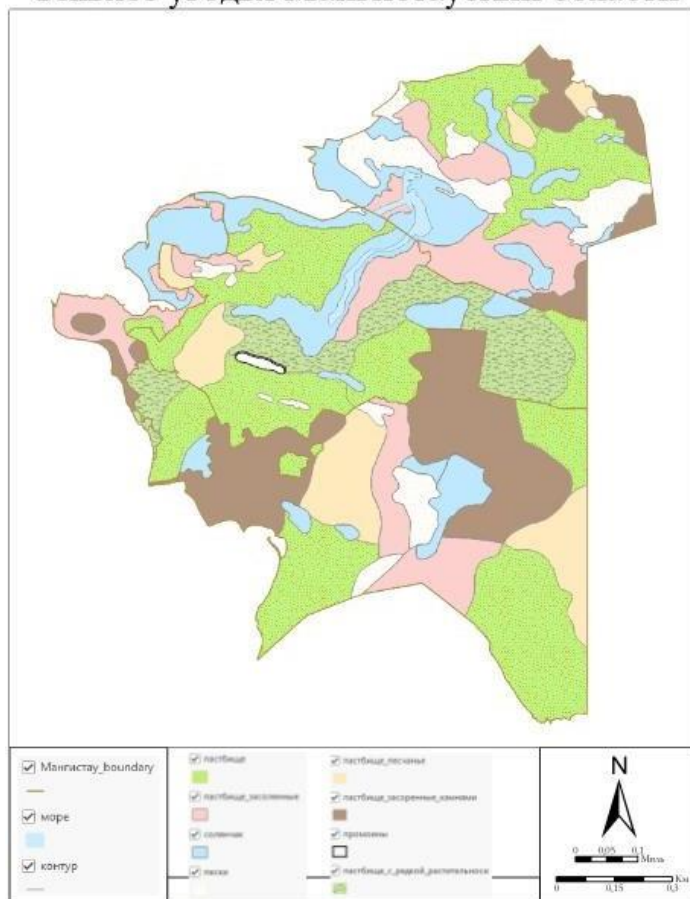


Рисунок – 16 Сельхоз угодья Мангистауский области

Как видно, на территории Мангистауской области преобладают следующие виды угодий: солончаки, пастбище пасчанье, пески, пастбище засорённые камнями, пастбища и другие

### 3.3 Разработка рекомендаций по улучшению состояния пастбищ и их рациональному использованию на основе геопространственных данных

Мангистауская область — это регион с резко континентальным климатом, где преобладает засушливость и нестабильность осадков, что оказывает значительное влияние на состояние экосистем, в том числе на пастбища. В условиях недостатка водных ресурсов и высоких температур растительность региона испытывает серьезные экологические нагрузки. Земли Мангистау часто подвержены эрозии, что приводит к ухудшению качества почвы и снижению продуктивности растительности. При этом наблюдается значительное территориальное различие в состоянии пастбищных угодий, что требует комплексного подхода для разработки эффективных мер по их восстановлению и рациональному использованию.

В разделе 2.2 было отмечено, что большая часть территории Мангистауской области устойчива к эрозии благодаря плотному почвенному покрову. Однако существуют участки с повышенной эрозионной активностью, особенно в прибрежных районах, на возвышенностях и в северо – западной части области, где рыхлые почвы, недостаточная растительность и сильные ветровые нагрузки приводят к интенсивному разрушению почвы. В некоторых зонах также наблюдаются признаки деградации растительности, что связано с недостаточным количеством осадков и высоким антропогенным воздействием.

Результаты исследования индекса GPP (Gross Primary Productivity) в 2.3 главе показали, что большая часть Мангистауской области характеризуется низкой продуктивностью растительности. Это связано с засушливым климатом, слабым почвенным покровом и дефицитом влаги. В то время как некоторые участки показывают умеренную продуктивность, в целом состояние растительности региона требует внимания, особенно в районах, где отмечается деградация экосистем и опустынивание. Ожидаемое снижение осадков в будущем может усугубить текущие проблемы с пастбищами, поскольку они напрямую зависят от количества влаги для развития кормовых культур.

Учитывая обнаруженные проблемы с эрозией и деградацией растительности, рекомендуется разработать стратегию по восстановлению и рациональному использованию пастбищ на основе геопространственных данных. Необходимо организовать систематический мониторинг состояния пастбищ с использованием спутниковых снимков и ГИС – анализа, что позволит оперативно выявлять участки, подверженные эрозии или деградации. Эффективное использование этих данных поможет своевременно принимать меры по защите экосистем и улучшению условий для животноводства.

Для восстановления деградированных пастбищ следует внедрить методы фитомелиорации, включая высадку засухоустойчивых растений и кустарников, что поможет укрепить почву и повысить её устойчивость к эрозии. Важно также провести работу по восстановлению растительного покрова в наиболее уязвимых районах, особенно в северо-западной части области, где наблюдается высокая активность эрозионных процессов. Вдобавок к этому можно рассмотреть возможность проведения лесопосадок и создания защитных лесополос, что будет способствовать снижению ветровой эрозии и улучшению водозабора.

Рациональное использование пастбищ требует введения гибкого подхода к выпасу скота, что позволит избежать чрезмерной нагрузки на растения и почву. Разделение пастбищ на зоны с различными уровнями интенсивности выпаса и чередование пастбищных участков поможет избежать их истощения. Также необходимо разработать программы управления пастбищами, направленные на увеличение кормовой базы и улучшение продуктивности растительности.

Учитывая предсказания изменения климата и снижение осадков, следует внедрить адаптивные стратегии управления пастбищами, такие как использование засухоустойчивых культур и водосберегающих технологий. Для этого важно развивать системы орошения, которые будут способствовать повышению продуктивности пастбищ в засушливых районах. Внедрение этих

технологий поможет улучшить условия для животноводства и сохранить экологическое равновесие в регионе.

Проблемы, связанные с эрозией и деградацией почвы, требуют также контроля за антропогенной нагрузкой на пастбища. Необходимо ограничить промышленную деятельность в особо уязвимых районах, а также внедрить программы рекультивации загрязненных и деградированных земель.

Мангистауская область, находящаяся в зоне аридного климата, сталкивается с серьёзными экологическими вызовами, связанными с деградацией пастбищных угодий, ветровой эрозией, засолением почв и ограниченностью водных ресурсов. В связи с этим в регионе реализуется ряд как региональных, так и национальных, а также международных программ, направленных на восстановление и устойчивое использование пастбищ. Эти меры охватывают широкий спектр задач: от инженерной инфраструктуры и сельхоз поддержки до экологических и просветительских инициатив.

Региональная программа «Развитие агропромышленного комплекса Мангистауской области» ориентирована на поддержку местных животноводов. Важнейшим направлением этой программы стало обустройство пастбищных территорий, включающее бурение скважин и установку водонапорных башен для обеспечения водоснабжения на отдалённых участках, что позволяет расширить ареал выпаса скота. Также предусмотрено субсидирование наемных работ по расчистке и ограждению пастбищ, что способствует возвращению в оборот ранее заброшенных земель.

На уровне национальной политики вопросы охраны земельных ресурсов и борьбы с опустыниванием отражены в государственной программе «Жасыл Қазақстан» («Зеленый Казахстан»). В её рамках в Мангистауской области проводятся мероприятия по закреплению подвижных песков, посадке саксаула и других засухоустойчивых растений, особенно в приграничных с пустыней районах. Также активно развивается лесомелиорация, включая создание защитных зеленых полос вдоль пастбищных массивов, что позволяет укреплять почвенный покров и снижать скорость ветровой эрозии.

Значительный вклад в восстановление пастбищ вносят проекты, поддерживаемые международными организациями. В частности, в Бейнеуском районе был реализован пилотный проект «Управление пастбищами и водными ресурсами в условиях изменения климата», при поддержке Глобального экологического фонда (GEF) и Программы развития ООН (ПРООН). Основное внимание в проекте уделялось внедрению системы ротационного выпаса, установке солнечных насосов для подачи воды на отдалённые участки и обучению фермеров методам устойчивого землепользования. Это способствовало снижению нагрузки на деградированные земли, улучшению состояния травостоя и формированию у фермеров новых навыков в обращении с природными ресурсами.

Дополнительные меры поддержки предоставляются через финансовые и инвестиционные инструменты, такие как программы АО «КазАгро» и Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Местные фермеры



получили доступ к льготному кредитованию на развитие пастбищной инфраструктуры, включая бурение скважин, покупку солнечных панелей, строительство загонов и внедрение цифровых технологий. Также предоставляются гранты на применение экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства и цифровизацию управления пастбищами на основе спутникового мониторинга и данных, полученных с беспилотников.

Результаты реализации перечисленных программ уже отражаются в состоянии пастбищных угодий. По данным управления сельского хозяйства Мангистауской области, в ряде районов – в первую очередь в Бейнеуском и Каракиянском – произошло увеличение площадей, пригодных для выпаса скота, на 15-20%. Это стало возможным благодаря расчистке, закреплению песков и возвращению в оборот ранее заброшенных земель. Одним из ключевых достижений является восстановление пастбищных участков, ранее поражённых засолением или зарастанием кустарником. Использование саксаула и других устойчивых видов растений позволило улучшить структуру почвы и закрепить участки, подверженные эрозии.

Параллельно ведётся активное обустройство водопойных точек. С 2021 по 2024 годы было пробурено более 100 скважин в труднодоступных пастбищных массивах, особенно в Тупкараганском и Бейнеуском районах. Это обеспечило водоснабжение для скота на больших расстояниях от населённых пунктов и расширило ареал выпаса. Одновременно с этим в ряде хозяйств внедрены солнечные насосные станции, что позволило сократить затраты на подачу воды и отказаться от дизельных генераторов.

Снижение антропогенной нагрузки на деградированные земли стало возможным благодаря введению системы ротационного выпаса. Перемещение скота по заранее определённым маршрутам позволило дать участкам время на восстановление, что привело к частичному восстановлению травяного покрова и снижению эрозионной активности. В некоторых районах отмечено укрепление почвенного слоя и уменьшение выдувания песков, особенно вблизи саксаульных посадок.

Большую роль сыграли информационные и образовательные компоненты программ. Было проведено более 50 обучающих мероприятий, семинаров и полевых школ, в которых участвовали как фермеры, так и специалисты сельхозорганизаций. Эти мероприятия способствовали распространению знаний о принципах устойчивого управления пастбищами, рациональном выпасе, а также использовании современных технологий. Всё больше хозяйств начали применять геоинформационные системы (ГИС) и GPS – оборудование для планирования и контроля за перемещением скота. Это, в свою очередь, позволяет более точно учитывать нагрузку на конкретные участки и формировать долгосрочные стратегии использования земельных ресурсов.

Одним из ключевых достижений последних лет стало создание цифровых карт пастбищ. Они содержат информацию о состоянии угодий, степени их деградации, пригодности к восстановлению и доступности водных точек. Эти карты интегрируются в систему управления земельными ресурсами на уровне



районов и областей. Они используются государственными органами при принятии решений о предоставлении субсидий, перераспределении пастбищ, планировании бурения скважин и строительстве инфраструктуры. Наличие таких карт способствует формированию более объективной и научно обоснованной политики в сфере использования пастбищных ресурсов.

Таким образом, комплекс реализуемых программ позволяет говорить о формировании в Мангистауской области системного подхода к восстановлению и устойчивому управлению пастбищами. Учитывая природные особенности региона – засушливость, высокую ветровую активность, уязвимость почв – важно продолжать адаптацию международного опыта, интеграцию цифровых технологий и расширение образовательной работы с местными землепользователями.

Одним из ярких примеров служит опыт Монголии, где внедрена система мобильных пастбищных кооперативов. В этой модели фермеры объединяются в группы, совместно планируют маршруты выпаса и соблюдают принципы ротационного использования пастбищ. Такая система позволила значительно снизить нагрузку на земли и обеспечить восстановление растительного покрова. В условиях Мангистауского региона подобный подход мог бы быть реализован при поддержке местных акиматов, через создание кооперативов животноводов и предоставление субсидий на организацию совместной инфраструктуры.

В Израиле, несмотря на крайне ограниченные водные ресурсы, сельское хозяйство активно развивается за счёт инновационных технологий. Особенно интересен опыт использования капельного орошения даже на пастбищных участках, что позволяет стимулировать рост растительности при минимальном расходе воды. Для Мангистауской области это может быть реализовано в оазисных зонах и на экспериментальных площадках, где возможно локальное увлажнение и поддержание кормовых растений с использованием солнечных насосов и ёмкостей для накопления воды.

Практика Австралии по использованию спутникового мониторинга состояния пастбищ (NDVI – анализ) может быть высокоэффективной для внедрения в цифровую систему управления землями в Мангистауской области. Полученные данные позволяют отслеживать сезонные изменения растительности, выявлять участки деградации и принимать обоснованные решения по перераспределению выпаса. Существующие инструменты, такие как Sentinel-2 и Google Earth Engine, доступны бесплатно и могут быть интегрированы в региональные геоинформационные платформы.

Интерес вызывает также опыт Кении, где разработана система индексного страхования скота, основанная на данных спутникового наблюдения. При наступлении засухи или значительном снижении растительного покрова фермеры автоматически получают компенсации, что снижает давление на пастбища и обеспечивает социальную устойчивость. В Казахстане возможно разработать аналогичную модель страхования через государственные или частные страховые фонды, используя данные спутников и цифровых карт.

Наконец, успешный опыт Китая, в частности в Синьцзян-Уйгурском автономном районе, демонстрирует эффективность озеленения пастбищных зон путём посадки засухоустойчивых видов растений (саксаул, тамариск, солянки) с применением технологий фиксации песков и влагосберегающих материалов, таких как гидрогель. Мангистауская область, в особенности районы с задернованными и подвижными песками, могли бы стать площадкой для пилотных проектов в этом направлении.

Таким образом, анализ международной практики показывает, что даже в условиях экстремального климата возможно значительное улучшение состояния пастбищ и повышение устойчивости животноводческого сектора. Адаптация зарубежных подходов, в сочетании с местными инициативами и государственными программами, может стать ключом к формированию эффективной модели устойчивого землепользования в Мангистауской области.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной дипломной работы была всесторонне изучена проблема устойчивого управления пастбищными ресурсами Мангистауской области с применением современных методов геопространственного анализа. Проведенное исследование позволило сделать ряд важных теоретических и практических выводов.

Мангистауская область характеризуется засушливым климатом, ограниченными водными ресурсами, а также высоким уровнем антропогенной нагрузки на пастбищные угодья. Это обуславливает необходимость разработки комплексного подхода к устойчивому управлению пастбищами, учитывающего природно-климатические особенности региона и современные научные методы мониторинга.

В аналитической части работы была произведена оценка состояния пастбищ с применением индексов NDVI (нормализованного относительного вегетационного индекса), GPP (валового первичного продукта), а также карт солености и эрозии почв. Временной срез с 2000 по 2025 годы показал негативные тенденции в продуктивности растительного покрова, особенно в центральных и южных районах области. Данные о количестве осадков за те же годы продемонстрировали их высокую вариабельность и общую тенденцию к снижению, что дополнительно усугубляет деградацию пастбищ.

В практической части работы была разработана модель устойчивого управления пастбищами, направленная на восстановление деградированных территорий и рациональное использование природных ресурсов в условиях засушливого климата. Основой модели стал регулярный мониторинг состояния пастбищных угодий с применением геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования Земли, что позволяет своевременно выявлять участки с признаками деградации, отслеживать динамику изменений растительного покрова и оценивать эффективность принимаемых мер.

В рамках модели было проведено зонирование пастбищных территорий по степени деградации, что позволило выделить участки, требующие различного подхода к восстановлению и использованию. Такое зонирование облегчает принятие управленческих решений, включая приоритетное выделение ресурсов и определение зон, где необходимо временное ограничение выпаса.

Одним из ключевых элементов модели стало внедрение системы ротационного выпаса скота, при которой поголовье перемещается между участками по заранее составленному графику. Это обеспечивает восстановление растительного покрова на ранее использованных участках и способствует сохранению продуктивности пастбищ в долгосрочной перспективе.

Также в модель были включены мероприятия по восстановлению деградированных земель на основе биомелиорации, в частности, посадка засухоустойчивых и песчозакрепляющих видов растений, таких как саксаул. Эти меры позволяют укреплять почвенный покров, снижать эрозионные процессы и

восстанавливать пастбищные экосистемы без значительных техногенных вмешательств.

Наконец, в процессе планирования пастбищной нагрузки учитывался водный баланс региона, включая наличие скважин, водопойных точек и потенциальные источники водоснабжения. Такой подход позволяет избежать переуплотнения пастбищ вблизи водоисточников и более равномерно распределить нагрузку по территории, что особенно важно для маловодных районов Мангистауской области

Также был рассмотрен зарубежный опыт стран с аналогичными климатическими условиями (например, Монголия, Австралия), что позволило адаптировать лучшие международные практики к казахстанским реалиям. Особое внимание уделено необходимости вовлечения местных фермеров в процессы управления и принятия решений, а также повышению их экологической грамотности.

Таким образом, работа продемонстрировала, что применение геоинформационных технологий совместно с экологически ориентированным подходом к управлению позволяет эффективно решать задачи устойчивого использования пастбищных ресурсов в условиях засушливого климата. Результаты исследования могут быть использованы государственными органами, научными учреждениями и сельскохозяйственными организациями для разработки и реализации программ по восстановлению и устойчивому развитию пастбищных территорий Мангистауской области.

Завершая работу, можно сделать вывод, что переход к устойчивому управлению пастбищами является важным шагом на пути обеспечения продовольственной и экологической безопасности региона, сохранения биологического разнообразия и повышения жизненного уровня сельского населения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. АО «Қазақстан Ғарыш Сапары». (2023). Космический мониторинг состояния пастбищных угодий Республики Казахстан. Алматы: АО «Қазақстан Ғарыш Сапары». <https://km.gharysh.kz/courses/pasture>
2. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. (2023). Отчёт о состоянии земельного фонда и пастбищных угодий Республики Казахстан. Нур-Султан: Министерство сельского хозяйства РК. <https://www.gov.kz/>
3. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. (2024). Обновление цифровых карт пастбищных угодий и мониторинг состояния земель. Нур-Султан: Министерство сельского хозяйства РК. <https://www.gov.kz/>
4. Jerkarta.gharysh.kz. (2023). Интерактивная карта пастбищных угодий и сельхозземель Республики Казахстан. Получено с <https://jerkarta.gharysh.kz>
5. АО «Қазақстан Ғарыш Сапары». (2024). Отчет о космическом мониторинге состояния пастбищных угодий в Республике Казахстан. Алматы: АО «Қазақстан Ғарыш Сапары». <https://km.gharysh.kz/courses/pasture>
6. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. (2023). Состояние земельных ресурсов и пастбищных угодий Казахстана. Нур-Султан: Министерство сельского хозяйства РК. <https://www.gov.kz/>
7. Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. (2024). Комплексный план управления пастбищными ресурсами Республики Казахстан. Нур-Султан: Министерство сельского хозяйства РК. <https://www.gov.kz/>
8. Назарбаев Н. А., Сулейменова Г. Т. (2022). Влияние деградации пастбищ на продуктивность животноводства в Казахстане. *Вестник аграрной науки Казахстана*, 5(12), 34-42.
9. Тимофеев И. П., Жумабекова А. К. (2021). Методы восстановления деградированных пастбищ: теория и практика. *Журнал земельных ресурсов и экологии*, 17(3), 45-59 с.
10. Калмыков, Н.П., Баранов, А.Е. Геоинформационные технологии в эколого-географических исследованиях. — М.: Академия, 2020. — 256 с.
11. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (FAO). Устойчивое управление пастбищами и мониторинг: глобальные перспективы. Рим, 2023 <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-hosts-first-ever-global-conference-on-sustainable-livestock-transformation/ru>
12. Правительство Монголии. Национальная программа устойчивого управления пастбищами с использованием технологий дистанционного зондирования Земли. Улан-атор, 2022.
13. Land Condition Monitoring Program. Годовой отчет по мониторингу пастбищ в Австралии. Канберра, 2023.
14. Rangeland Analysis Platform (RAP). Интеграция спутниковых данных и климатических моделей для мониторинга пастбищ в США. USDA NRCS, 2023.
15. Европейская комиссия. Copernicus Earth Observation for Sustainable Agriculture (EO4SA). Брюссель, 2023.

16. ПРООН и Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. Отчет по проекту восстановления пастбищ с применением геопространственных технологий. Нур-Султан, 2024.
17. Всемирный банк. Проекты устойчивого управления земельными ресурсами в странах Восточной Африки: кейсы Кении и Эфиопии. Вашингтон, 2022.
18. KazRangelands. Цифровая платформа мониторинга пастбищ и управления скотоводством в Казахстане. Нур-Султан, 2024.

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»

**РЕЦЕНЗИЯ**

на дипломную работу

**Аманжолова Зарина Ануаровна, Исагазинова Зарина Ерхаткызы**

6B07304 Геопространственная цифровая инженерия

На тему: «Мониторинг состояния пастбищ в Мангистауской области на основе  
геопространственных данных»

Выполнено:

- а) презентация на 17 слайдов  
б) пояснительная записка на 55 листах

**ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ**

Представленная дипломная работа посвящена исследованию актуальной проблемы деградации пастбищных угодий в условиях засушливого климата Мангистауской области. В работе обоснована необходимость внедрения современных методов мониторинга земель на основе геопространственных данных и дистанционного зондирования. Замечания по данной дипломной работе:

1. Основное внимание уделено анализу состояния растительного покрова с использованием NDVI, GPP, а также карт засоления и эрозии.
2. Работа отличается высокой актуальностью, научной обоснованностью и практической направленностью, предлагая конкретные рекомендации по восстановлению деградированных территорий и устойчивому управлению пастбищами.
3. В некоторых местах оформление графиков и таблиц можно улучшить по стандартам научных публикаций.

**Оценка работы**

Дипломная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к выпускникам Аманжоловой Зарине Ануаровне, Исагазиновой Зарине Ерхаткызы квалификационным работам бакалавра. Работа отличается научной обоснованностью, логической структурой, высоким уровнем практической значимости и самостоятельностью выполнения.

Работа оценивается на 98%, а авторы заслуживают присвоения степени бакалавра по образовательной программе 6B07304 – «Геопространственная цифровая инженерия».

**Рецензент**

Руководитель отдела регистрации и  
земельного кадастра Ауэзовского района  
Мустафаұлы Р.

2025 г.



Ф КазНТУ 706-17. Рецензия



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Исагазинова Зарина Ерхаткызы Аманжолова Зарина Ануаровна

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Мониторинг состояния пастбищ в Мангистауской области на основе геопространственных данных

**Научный руководитель:** Ажар Ормамбекова

**Коэффициент Подобия 1:** 1.1

**Коэффициент Подобия 2:** 0.2

**Микропробелы:** 0

**Знаки из других алфавитов:** 1

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 10.06.2025



Заведующий кафедрой

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Исагазинова Зарина Ерхатқызы Аманжолова Зарина Ануаровна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Мониторинг состояния пастбищ в Мангистауской области на основе геопространственных данных

Научный руководитель: Ажар Ормамбекова

Коэффициент Подобия 1: 1.1

Коэффициент Подобия 2: 0.2

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 05.06.2022

Бабурбай О.  
проверяющий эксперт

**ОТЗЫВ  
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ  
дипломную работу**

Аманжоловой Зарины Ануаровны  
Исагазиновой Зарины Ерхаткызы

6В07304 – Геопространственная цифровая инженерия

На тему: «Мониторинг состояния пастбищ в Мангистауской области на основе  
геопространственных данных»

Выпускная квалификационная работа Аманжоловой З.А. и Исагазиновой З.Е. посвящена актуальной и важной теме – мониторингу состояния пастбищных угодий в засушливом регионе с использованием геопространственных технологий. Выбор темы обусловлен современными вызовами в сфере устойчивого землепользования, деградации земель и необходимостью цифровизации сельскохозяйственного управления.

Работа отличается комплексным подходом к решению поставленных задач. Авторы продемонстрировали глубокое понимание проблематики, связанной с деградацией пастбищ, и успешно применили современные инструменты пространственного анализа, включая использование NDVI, GPP, карт солёности и эрозии почв, а также многолетние климатические данные.

Существенным достоинством работы является практическая направленность: была разработана модель устойчивого управления пастбищными территориями, включающая зонирование по степени деградации, рекомендации по ротационному выпасу, биомелиоративным мероприятиям и рациональному распределению пастбищной нагрузки. Особо стоит отметить использование спутниковых данных и ГИС-технологий как базовых инструментов для мониторинга и принятия обоснованных решений в системе кадастра и землеустройства.

В процессе подготовки работы Аманжолова Зарина Ануаровна и Исагазинова Зарина Ерхаткызы проявили высокий уровень самостоятельности, аналитического мышления и ответственности. В материалах прослеживается корректность постановки целей и задач, последовательность этапов анализа, достоверность и аргументированность выводов.

Авторы также обратились к зарубежному опыту, адаптируя международные практики (на примере Монголии и Австралии) к казахстанским условиям, что расширяет научный горизонт работы и подтверждает её актуальность не только в национальном, но и в глобальном контексте.

**Заключение**

Дипломная работа Аманжоловой З.А. и Исагазиновой З.Е. соответствует всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров. Представленная дипломная работа заслуживает оценки «98баллов», а её авторы – присвоения степени бакалавра по направлению «6В07304 – Геопространственная цифровая инженерия».

**Научный руководитель**

доктор PhD, ст. преп.

 Ормамбекова А.Е.

«10» июня 2025 г.