

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 маркшейдерского дела и геодезии

Нурбаева Алина Дулатовна

Использование данных космических снимков в мониторинге сельскохозяйственных
угодий Карагандинской области

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

Алматы 2024

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 «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой МДиГ
доктор PhD, ассоц проф.
Орынбасарова Э.О.
«18» 06 2024г

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Использование данных космических снимков в мониторинге
сельскохозяйственных угодий Карагандинской области»

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

Выполнила

Нурбаева А.Д.

Рецензент
Заведующая кафедрой картографии и
геоинформатики КазНУ имени аль-Фараби
Доктор PhD, ассоц.профессор
Асылбекова А.А.



Научный руководитель
м.т.н., старший преподаватель

Шакиева Г.С.
«12» июня 2024г

Алматы 2024

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



ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающейся Нурбаевой А.Д.

Тема: Использование данных космических снимков в мониторинге сельскохозяйственных угодий Карагандинской области.

Утверждена приказом проректора по академическим вопросам № 548-П/Ө от "04" 12 2023 г.

Срок сдачи законченной работы « 3 » июня 2024г.

Исходные данные к дипломной работе: Космические снимки, полученные со спутника Sentinel-2 за 2021, 2022 и 2023 годы.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Изучение общих сведений об объекте исследования;*
- б) Обоснование применения космических снимков при исследовании земель;*
- в) Выбор вегетационных индексов и программного обеспечения для анализа;*
- г) Обработка полученных космических снимков;*
- д) Анализ полученных результатов после обработки.*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *представлены 17 слайдов презентаций работы.*

Рекомендуемая основная литература:

1. Д. А. Такумова, Анализ экологических факторов Карагандинской области, Стандартизация: статья. Сибирский государственный университет геосистем и технологий, – Новосибирск, 2022;
2. Хасанова Г.Б., Кожаметов Б.Т., Перспективы применения данных дистанционного зондирования земли из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства, Стандартизация: статья, «Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки», – Новосибирск, 2018.

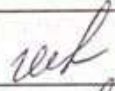


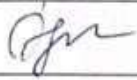
ГРАФИК

подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Общие сведения об объекте исследования	13.02.24	Обзор сельскохозяйственных угодий Карагандинской области и его географические и климатические особенности, а также основные виды сельскохозяйственных угодий. Проблемы и вызовы в сельском хозяйстве региона
Обоснование применения космических снимков при исследовании земель	11.03.24	Мониторинг сельскохозяйственных земель с применением космических снимков Методы мониторинга сельскохозяйственных угодий, а также применение и перспективы космических снимков при использовании земель
Обработка и анализ полученных результатов после обработки	24.04.24	Выбор и расчет вегетационных индексов и программного обеспечения для анализа. Сравнительный анализ индексов

Подписи

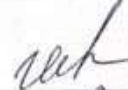

консультантов и норм контролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общие сведения об объекте исследования	Г.С Шакиева	18.06.24	
Обоснование применения космических снимков при исследовании земель	Г.С Шакиева	18.06.24	
Обработка и анализ полученных результатов после обработки	Г.С Шакиева	18.06.24	
Норм контролер	А.Е Ормамбекова	11.06.24	

Научный руководитель

Задание принял к исполнению обучающийся

Дата

 Шакниева Г.С
 Нурбаева А.Д
 «15» января 2024 г.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Қарағанды облысындағы ауыл шаруашылығы алқаптарын мониторингілеу үшін осы ғарыштық суреттерді пайдалану әлеуеті зерттеледі. Зерттеу нысаны Қарағанды облысының Ауыл шаруашылығы алқаптары болып табылады.

Ауыл шаруашылығы жерлерінің мониторингі жердің жай-күйіндегі өзгерістерді уақтылы талдау және тіркеу үшін мүмкіндік береді, сондай-ақ аумақтағы өсімдіктердің жай-күйі туралы объективті және өзекті деректерді ұсынады.

Зерттеудің негізгі мақсаты 2021-2023 жылдардағы ғарыштық суреттерді пайдалана отырып, Қарағанды облысының Ауыл шаруашылығы алқаптарындағы жердің сапалық жай - күйі мен өсімдік жамылғысының тығыздығындағы өзгерістерді анықтау болып табылады.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе исследуется потенциал использования данных космических снимков для мониторинга сельскохозяйственных угодий в Карагандинской области. Объектом исследования являются сельскохозяйственные угодья Карагандинской области.

Мониторинг сельскохозяйственных земель предоставляет возможность для своевременного анализа и регистрации изменений в состоянии земель, а также предоставляет объективные и актуальные данные о состоянии растительности на территории.

Основная цель исследования заключается в выявлении изменений в качественном состоянии земель и плотности растительного покрова на сельскохозяйственных угодьях Карагандинской области с использованием космических снимков за 2021 - 2023 годы.

ANNOTATION

This thesis explores the potential of using satellite imagery data to monitor agricultural land in the Karaganda region. The object of the study is the agricultural lands of the Karaganda region.

Monitoring of agricultural lands provides an opportunity for timely analysis and registration of changes in the condition of lands, as well as provides objective and up-to-date data on the state of vegetation in the territory.

The main purpose of the study is to identify changes in the quality of land and vegetation density on agricultural land in the Karaganda region using satellite images for 2021-2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1. Обзор сельскохозяйственных угодий Карагандинской области	8
1.1 Географические и климатические особенности региона	8
1.2 Основные виды сельскохозяйственных угодий	9
1.3 Проблемы и вызовы в сельском хозяйстве региона	11
2. Мониторинг сельскохозяйственных земель с применением космических снимков	14
2.1 Методы мониторинга сельскохозяйственных угодий	14
2.2 Применение космических снимков при использовании земель	18
2.3 Перспективы применения данных космических снимков	18
3. Использование космических снимков в мониторинге сельскохозяйственных земель Карагандинской области	19
3.1 Выбор вегетационных индексов и программного обеспечения для анализа	19
3.2 Расчет вегетационных индексов для оценки состояния почвы и растительности	22
3.3 Сравнительный анализ индексов	29
Заключение	32
Список использованной литературы	33
Приложение А	34

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире использование современных технологий и инновационных подходов в сельском хозяйстве является неотъемлемой частью эффективного управления и развития аграрного сектора.

Карагандинская область, расположенная в сердце Казахстана, является важным регионом сельского хозяйства. Здесь развито разнообразное сельскохозяйственное производство, включающее выращивание зерновых, овощей, плодовых культур, а также животноводство.

Использование данных космических снимков в мониторинге сельскохозяйственных угодий предоставляет уникальные возможности для получения информации о состоянии растительного покрова, анализа почвенных характеристик, определения уровня увлажнения и других параметров, которые являются ключевыми для оптимального управления сельскохозяйственными угодьями.

Основной целью данной дипломной работы является анализ изменений, происходящих в качестве почвенного покрова, уровне загрязнений и эрозии, а также оценка потенциала земельных угодий для сельскохозяйственного использования. Задачи дипломной работы – это сбор и обработка данных, создание карт и анализ динамики изменений.

Один из распространенных методов - это использование спутниковых изображений, полученных с помощью дистанционного зондирования Земли. Для вычисления NDVI и SAVI необходимо иметь доступ к спутниковым данным, провести предварительную обработку изображений, а затем применить указанные формулы для каждого пикселя изображения, чтобы получить карту значений индексов для сельскохозяйственных угодий.

Основные результаты дипломной работы:

- Карты NDVI и SAVI сельскохозяйственных угодий: Эти карты позволяют визуально оценить здоровье и плотность растительности на сельскохозяйственных угодьях, выявить потенциальные проблемы или различия между разными участками.

- Анализ изменений во времени: В работе мы провели анализ изменений значений NDVI и SAVI на протяжении 3 лет с 2021-2023 года. Это позволило оценить динамику состояния растительности и годовые изменения на сельскохозяйственных угодьях.

1 Обзор сельскохозяйственных угодий Карагандинской области

1.1 Географические и климатические особенности региона

Карагандинская область (Қарағанды облысы) расположена в центральной части Казахстана и характеризуется значительной территорией и промышленным потенциалом. Эта область обладает богатыми запасами минералов и сырья. В её состав входят 9 районов, 47 городов и поселков, 384 сельских населенных пунктов и 192 аульных округа.

Карагандинская область имеет общую площадь в размере 23 миллиона 904 тысячи гектаров. Она включает в себя семь районов: Абайский, Актогайский, Бухар-Жырауский, Каркаралинский, Нуринский, Осакаровский и Шетский. Кроме того, в составе области находятся шесть городов областного значения: Караганда, Балхаш, Темиртау, Шахтинск, Сарань и Приозерск.

В Карагандинской области преобладает резко континентальный климат, характеризующийся жарким и сухим летом, а также суровой зимой с небольшим количеством снега и частыми ветрами и буранами [1]. Из-за недостатка осадков данный климат не является идеальным для устойчивого земледелия. Большая часть осадков превращается в поверхностные стоки рек (в области насчитывается 135 рек) и весенние потоки, часть испаряется, а малая доля попадает в почву.

Из данных таблицы 1.1 видно, что большая часть земель используется для сельскохозяйственных целей, в то время как земли особо охраняемых природных территорий и земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного не сельскохозяйственного фонда занимают минимальную площадь [2].

Таблица 1.1 – Распределение земельного фонда по категориям Карагандинской области (тыс. га) за 2023 год

№ п/п	Категории земель	Площадь	%
1	Земли сельскохозяйственного назначения	11 834,6	53,76
2	Земли населенных пунктов	3 264,4	14,83
3	Земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного не сельскохозяйственного фонда	141,3	0,64
4	Земли особо охраняемых природных территорий	402,9	1,83
5	Земли лесного фонда	113,2	0,51
6	Земли водного фонда	40,3	0,18
7	Земли запаса	6 216,4	28,24
	Итого	22 013,1	100

1.2 Основные виды сельскохозяйственных угодий

Карагандинская область, расположенная в центральной части Казахстана, является одной из крупнейших областей в стране. Её территория составляет 42 миллиона 798,2 тысячи гектаров. Область обладает богатыми природными ресурсами и имеет значительный потенциал в сельском хозяйстве.

Сельскохозяйственные угодья Карагандинской области занимают площадь в 37 миллионов 396,2 тысячи гектаров. Важным компонентом этих угодий являются пашни, занимающие 1 миллион 703,8 тысячи гектаров. Пашни используются для возделывания сельскохозяйственных культур, таких как зерновые, овощи и плодовые культуры.

Кроме того, на территории области расположены многолетние насаждения, которые занимают 2,3 тысячи гектаров. Это могут быть лесные массивы, сады или другие долговечные растения, которые играют важную роль в экологическом и экономическом аспектах региона.

Сенокосы, площадью 387,9 тысячи гектаров, также играют важную роль в сельском хозяйстве области. Сенокосы предназначены для выращивания кормовых трав, которые используются в качестве корма для скота.

Самой большой частью сельскохозяйственных угодий являются пастбища, занимающие 35 миллионов 302,2 тысячи гектаров земли. Пастбища играют важную роль в разведении скота и предоставляют питательные травы для пастушьих животных.

В целом, Карагандинская область обладает значительным потенциалом в сельском хозяйстве благодаря обширным сельскохозяйственным угодьям, разнообразию культур и наличию природных ресурсов. Это способствует развитию сельского хозяйства и обеспечению продовольственной безопасности региона.

Из таблицы 1.2 видно, что в 1991 году площадь земель сельскохозяйственного назначения в Карагандинской области составляла 28,4 миллиона гектаров. Затем, к 2005 году, эта площадь сократилась до 9,5 миллиона гектаров [2]. Однако, к 2020 году площадь земель сельскохозяйственного назначения вновь увеличилась и достигла отметки в 16,3 миллиона гектаров. В 2021 году площадь земель продолжила увеличиваться и составила 18,0 миллиона гектаров.

Теперь рассмотрим изменения площади земель сельскохозяйственного назначения относительно исходного года (1991 года) и предыдущего года (2020 года). В 2021 году площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 10,4 миллиона гектаров по сравнению с 1991 годом, что является отрицательным изменением. Однако, по сравнению с 2020 годом площадь земель увеличилась на 1,7 миллиона гектаров, что является положительным изменением.

Таблица 1.2 – Динамика площади земель сельскохозяйственного назначения Карагандинской области за 1991-2021 годы (млн. га)

Наименование области	1991 г.	2005 г.	2020 г.	2021 г.	Изменения (+, -)	
					2021 г. к 1991 г	2021 г. к 2020 г
Карагандинская	28.4	9.5	16.3	18.0	-10.4	+1.7
Всего	28.4	9.5	16.3	18.0	-10.4	+1.7

Таким образом, можно сделать вывод, что в период с 1991 по 2021 годы площадь земель сельскохозяйственного назначения в Карагандинской области сначала сократилась, а затем начала восстанавливаться. Однако, все еще наблюдается негативное изменение по сравнению с исходным годом, в то время как сравнение с предыдущим годом показывает положительную динамику роста.

Основные виды сельскохозяйственных угодий в Карагандинской области можно посмотреть в таблице 1.3 [2]:

Таблица 1.3 - Состав земель сельскохозяйственного назначения по видам угодий в Карагандинской области на 1 ноября 2021 года (тыс. га)

Наименование области	Общая площадь	Всего сельхозугодий	Пашня	Многолетние насаждения	Залежь	Сенокосы	Пастбища
Карагандинская	18 037.0	17585.9	1328.7	0.3	213.2	233.0	15 810.7
Всего	18 037.0	17585.9	1328.7	0.3	213.2	233.0	15 810.7

Земельные угодья, предназначенные для выращивания сельскохозяйственных культур, называются пашнями. В Карагандинской области занимает значительную территорию пахотная земля, где производят пшеницу, ячмень, овес, а также кормовые и технические культуры.

Для ухода за пашней необходимы регулярные мероприятия по обработке почвы, внесению удобрений и поливу при необходимости.

Пастбища широко распространены в сельских районах области. Здесь животных выпасают на свободном выпасе или под присмотром пастухов. Разнообразие трав на пастбищах обеспечивает скот кормом весь сезон. Пастбищное скотоводство играет значительную роль в развитии сельского хозяйства региона, особенно на скотоводческих фермах.

В различных районах области выращиваются фруктовые и ягодные культуры. Сады могут содержать фруктовые деревья и кустарники: яблони, груши, вишни, сливы, малина, смородина и другие виды. Также имеются участки под виноградниками для выращивания винограда для производства вина и других продуктов из этого напитка.

Сенокосы – это поля для травосбора на сено. Они могут быть ключевым источником кормления скота зимой при ограничении доступности пастбищного выпаса. Для производства сена используют различные виды трав и злаков: люцерна клевер овес рожь и другие.

Залежь – это временно неиспользуемая земля для сельскохозяйственного использования.

Эти земли могут оставаться неиспользованными или использоваться для восстановления почвы или проведения работ по восстановлению. Зброшенные угодья могут возникать из-за смены культур или временной необходимости пересмотра способов использования земель. Поэтому разнообразие сельскохозяйственных угодий в Карагандинской области отражает многообразие аграрного сектора региона и его значимую роль в обеспечении продовольственной безопасности и экономического развития.

1.3 Проблемы и вызовы в сельском хозяйстве региона

Сельское хозяйство справедливо признается одной из ведущих отраслей экономики, играющей важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития. Во многих регионах оно выступает в качестве основного поставщика пищевых продуктов для населения.

Сельское хозяйство требует значительного использования ресурсов, включая плодородные почвы, пресные водные ресурсы и морские ресурсы. Благодаря этим ресурсам, сельское хозяйство способно обеспечить производство широкого спектра сельскохозяйственных культур и пищевых продуктов, необходимых для удовлетворения потребностей населения.

Производство пищевых продуктов и применяемые методы сельского хозяйства действительно связаны с рядом экологических проблем, которые влияют на окружающую среду и здоровье людей. Некоторые из этих проблем включают:

1. Выхлопные газы: Сельскохозяйственная техника, такая как тракторы и комбайны, выделяет значительные количества выхлопных газов, таких как углекислый газ (CO₂), метан (CH₄) и оксиды азота (NO_x). Эти газы являются важными факторами климатических изменений и вносят свой вклад в парниковый эффект.

2. Распашка и вырубка лесов: Увеличение сельскохозяйственных угодий требует распашки новых территорий и вырубки лесных массивов. Это приводит

к потере природных экосистем, разрушению биоразнообразия и изменению структуры почвы, что может привести к эрозии и деградации почвенного плодородия.

3. Использование химикатов: Химические удобрения и пестициды, используемые в сельском хозяйстве, могут загрязнять почву, водные ресурсы и окружающую среду. Они могут накапливаться в почвах и растениях, а также попадать в пищевые цепи, что может оказывать негативное влияние на здоровье потребителей.

4. Отходы животноводства: Выпадающие отходы от животноводства, такие как навоз и нитраты, могут проникать в водоемы и вызывать загрязнение воды, а также способствовать размножению болезнетворных организмов. Кроме того, распад отходов животных также приводит к выделению метана, который является сильным парниковым газом.

5. Тяжелые металлы и нитраты: Некоторые удобрения содержат тяжелые металлы, которые могут загрязнять окружающую среду и накапливаться в пищевых продуктах, представляя угрозу для здоровья людей. Нитраты, используемые в удобрениях, могут проникать в почву и воду, а их высокое содержание в пищевых продуктах может быть вредным при потреблении.

Все эти экологические проблемы требуют постоянного внимания и разработки устойчивых подходов в сельском хозяйстве, направленных на снижение негативного воздействия и переход к более экологически устойчивым методам производства пищевых продуктов [2].

Для усовершенствования состояния почвы и водных ресурсов могут быть использованы различные подходы, включающие в себя:

- Внедрение точечного земледелия;
- Соблюдение севооборота;
- Отказ от перевалочной вспашки;
- Внедрение новых методов обработки полей; - Сокращение площади пашни;
- Оборудование участков для поения животных;
- Очистка и углубление русел рек.

Один из наиболее перспективных направлений в развитии сельского хозяйства заключается в переходе от использования химических удобрений к использованию натуральных альтернатив. Возможно, это может снизить уровень урожайности по сравнению с традиционными химическими методами, но это не приведет к финансовым потерям в производстве. Вместо этого, такой подход позволит создать экологически чистые продукты питания, которые сейчас пользуются все большим спросом на рынке. Это открывает новые возможности для развития устойчивого и экологически ответственного сельского хозяйства, которое способствует здоровью человека и окружающей среды.

2 Мониторинг сельскохозяйственных земель с применением космических снимков

2.1 Методы мониторинга сельскохозяйственных угодий

Космические технологии, благодаря своему потенциалу в создании новых материалов и доступу к разнообразной информации, способствуют прогрессу во многих отраслях национальной экономики и являются важным инструментом для поддержки политических интересов, а также вопросов обороны и безопасности страны. [4].

Казахстанский прогресс в развитии собственной космической системы значительно расширил возможности применения современных методов мониторинга и контроля хозяйственной деятельности, а также природопользования.

В настоящее время в Национальной системе дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) Республики Казахстан (РК) имеется группа из двух спутников с высоким и средним разрешением, а также функциональные наземные комплексы для управления спутниками и обработки принимаемых космических данных.

За время эксплуатации отечественных спутников было установлено, что одним из основных направлений использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является мониторинг земельных и сельскохозяйственных ресурсов, включая сельскохозяйственное производство.

С помощью данных дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) можно оценить условия вегетации растений на обширных территориях без необходимости прямого контакта. Это достигается путем анализа отражательных свойств подстилающей поверхности.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют оперативно получать объективную информацию об использовании земель и состоянии посевов. Кроме того, во многих задачах, связанных с землепользованием и сельскохозяйственным производством, данные дистанционного зондирования являются единственным источником актуальной и достоверной информации о состоянии сельскохозяйственных угодий. [5].

В современных условиях, космические снимки (КС) обладают рядом характеристик, которые определяют их востребованность:

1. **Объективность:** Каждый КС является объективным документом, который точно отражает состояние местности на момент съемки. Подделка КС практически невозможна, так как съемку проводят различные компании-операторы, и любые попытки изменить данные могут быть легко обнаружены.

2. **Актуальность:** Материалы космической съемки доступны на различные даты, включая возможность заказа съемки, которая обычно выполняется в

течение нескольких недель. Это обеспечивает актуальность информации и возможность получения данных для конкретных нужд.

3. Масштабность: Современные ДЗЗ-приборы позволяют одновременно снять обширные территории с высокой степенью детализации. Это позволяет получать данные о больших площадях и анализировать детали на местности.

4. Экстерриториальность: Участки съемки не ограничены государственными или территориальными границами, и для их проведения не требуется специального разрешения. Это позволяет получать данные с различных территорий без препятствий.

5. Доступность: В настоящее время данные ДЗЗ с пространственным разрешением 2 метра и ниже являются открытыми и доступными. Процедура заказа и получения снимков достаточно проста, что позволяет широкому кругу пользователей воспользоваться этой информацией.

Космические снимки, полученные с помощью спутников, часто являются единственным источником таких данных. Современная метеорология в значительной степени основывается на наблюдениях со спутников. Кроме того, чем больше территория государства, тем более эффективно применение дистанционных методов для получения информации о ней [5].

Современные данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), получаемые с помощью съемочной аппаратуры, установленной на различных космических аппаратах, обладают техническими характеристиками, позволяющими решать широкий комплекс задач в области сельскохозяйственного производства. Они способны осуществлять картографирование границ полей, анализировать степень использования земель и состояние сельскохозяйственных культур на обширных территориях.

Это достигается благодаря широкому пространственному охвату материалов космической съемки и наличию спектральных каналов, соответствующих спектральным характеристикам растительного покрова. Эти данные позволяют автоматически вычислять вегетационные индексы, отражающие текущее состояние сельскохозяйственных угодий.

Использование данных с разных временных снимков также позволяет отслеживать динамику изменений растительного покрова, агротехнические работы, обнаруживать площади, пострадавшие от стихийных природных явлений, а также решать множество других задач в области сельского хозяйства.

2.2 Применение космических снимков при использовании земель

С использованием спутниковых снимков можно эффективно проводить инвентаризацию сельскохозяйственных земель, осуществлять оперативный контроль за состоянием посевов на различных стадиях и решать множество других задач, связанных с агропромышленным комплексом. Применение космических снимков в учете и использовании сельскохозяйственных земель предоставляет следующие возможности. [6]:

- определение точных границ полей и рабочих участков с расчетом площадей.
- инвентаризация и документирование сельскохозяйственных земель.
- картографирование реальной структуры земельных угодий на сельскохозяйственных участках, таких как пахотные поля, луга, сады, многолетние насаждения, незанятые земли и другие.
- картографирование севооборотов и определение фактической структуры посевных площадей.
- выявление неиспользуемых земель и контроль рационального использования сельскохозяйственных угодий.
- определение участков, где земля зарастает древесно-кустарниковой растительностью, и оценка степени зарастания сельскохозяйственных угодий.
- обнаружение участков, подверженных эрозии, переувлажнению, заболачиванию и другим формам деградации земель.
- обновление почвенных карт и дистанционное картографирование свойств почвенного покрова, таких как содержание органического вещества, развитие эрозионных процессов и степень увлажнения.
- выявление фактов несанкционированного использования сельскохозяйственных земель.

Для изучения и анализа сельскохозяйственных земель Карагандинской области рекомендуется использовать серию спутниковых снимков Sentinel-2. Эти данные обладают необходимым временным охватом с 2021 по 2023 год, что обеспечивает удобство исследования и анализа.

Миссия Sentinel-2 представляет собой констелляцию из двух спутников, предназначенных для мониторинга сельскохозяйственных угодий. Они обеспечивают высококачественные оптические изображения и продолжают традиции миссий SPOT и Landsat. Спутники обеспечивают глобальное покрытие суши Земли каждые 10 дней с помощью одного спутника и каждые 5 дней с помощью второго спутника, что делает данные очень полезными для текущих исследований [7].

Sentinel-2A был запущен 23 июня 2015 года, и первые изображения стали доступны для загрузки в декабре 2015 года. Sentinel-2A (а также Sentinel-2B) оснащены современным инструментом MSI (Multispectral Imager), который предлагает высококачественные оптические изображения.

Аналогично Landsat-8, Sentinel-2 оснащен оптическим/мультиспектральным высокоразрешающим сенсором, который работает на 13 различных полосах, из которых 4 имеют разрешение 10 метров, 6 - разрешение 20 метров, а 3 полосы - разрешение 60 метров. Таким образом, он предоставляет данные о отражательной способности поверхности земли для множества различных длин волн, аналогично Landsat-8. Визуализация Sentinel-1 (сканированное изображение в режиме IW с поляризацией VV, не геореферированное); в середине и справа представлены два RGB-изображения Sentinel-2, полученные путем комбинирования спектральных полос в истинных цветах (полосы 4, 3 и 2) и в ложных цветах (полосы 8, 4 и 3) соответственно таблице 2.1 [7].

Таблица 2.1 – Спектральные каналы и диапазоны волн датчика Sentinel-2

Спектральный канал	Диапазон длин волн (км)	Разрешение (м/пиксель)
Канал 1	443.9-450.1	60
Канал 2	496.6-504.6	10
Канал 3	664.5-673.5	10
Канал 4	703.9-712.9	10
Канал 5	740.2-748.2	20
Канал 6	771.6-779.8	20
Канал 7	813.4-821.4	20
Канал 8	864.8-874.8	10
Канал 8А	664.5-680.5	20
Канал 9	935.1-953.1	60
Канал 10	1373.5-1393.5	60
Канал 11	1565-1655	20
Канал 12	2100-2280	20

Следует подчеркнуть, что улучшения, которые стали доступны с появлением данных Sentinel-2, связаны не только с тем, что спутники Sentinel-1 и Sentinel-2 являются частью одной космической миссии, и для их обработки можно использовать общую платформу, но и с тем, что Sentinel-2 обладает более инновационными и продвинутыми функциями и инструментами по сравнению с другими спутниками, такими как Landsat-8, оснащенными оптическими/мультиспектральными сенсорами [7].

2.3 Перспективы применения данных космических снимков

Применение информации с космических снимков имеет огромный потенциал в различных областях. Вот несколько перспективных направлений их использования:

1. Управление ресурсами и контроль над окружающей средой: Космические изображения могут быть полезны для мониторинга и управления природными ресурсами, такими как леса, водные ресурсы, сельскохозяйственные земли и рыболовные районы. Они помогают выявлять изменения в использовании земель, оценивать качество воды, контролировать загрязнение и отслеживать состояние экосистем.

2. Проектирование геопространственных систем и инфраструктуры: Космические изображения предоставляют ценную информацию для планирования геопространственных систем, строительства инфраструктуры и развития городов. Они помогают определить оптимальные места для строительства дорог, жилых зон, энергетических объектов и других сооружений, а также прогнозировать рост населения и потребности в инфраструктуре.

3. Мониторинг катастроф и управление бедствиями: Космические изображения играют ключевую роль в предупреждении, мониторинге и управлении различными видами бедствий. Они помогают выявлять и отслеживать природные катастрофы, такие как ураганы, наводнения, землетрясения и лесные пожары; это способствует оперативной координации спасательных работ.

В Казахстане основное внимание уделяется решению ключевых аграрных проблем: обеспечение продовольственной безопасности, оценка потенциала экспорта, внедрение точного земледелия, уменьшение коррупционных расходов, привлекательность инвестиций в сельскохозяйственные угодья, решение экологических проблем сельского хозяйства и другие. Именно поэтому космические технологии стали неотъемлемой частью агроменеджмента и ключевым инструментом для управления и мониторинга государственных органов и других структур, работающих в области сельского хозяйства Казахстана.

3 Использование космических снимков в мониторинге сельскохозяйственных земель Карагандинской области

3.1 Выбор вегетационных индексов и программного обеспечения для анализа

Вегетационный индекс представляет собой численный показатель, который отражает состояние растительного покрова. Он рассчитывается на основе данных, полученных с помощью спутников, летательных аппаратов или других средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Основная идея использования вегетационных индексов заключается в проведении математических вычислений с различными спектральными диапазонами. Важно отметить, что большинство вегетационных индексов были разработаны эмпирическим путем, и многие из них основываются на соотношении значений в красном и ближнем инфракрасном диапазонах. [8].

Для анализа почвенного покрова в сельскохозяйственных землях были выбраны индексы NDVI и SAVI, которые являются наиболее распространенными инструментами наблюдений. Выбор этих двух индексов обеспечивает комплексный подход к оценке состояния растительного покрова, учитывая различные факторы, включая атмосферные эффекты и тип почвы. Комбинация NDVI, SAVI позволяет получить более точные и всесторонние данные о плотности, здоровье и изменениях в растительном покрове, что делает их полезными инструментами для анализа и мониторинга различных экологических и сельскохозяйственных систем.

Нормализованный индекс разности растительности (NDVI) представляет собой простой количественный показатель фотосинтетически активной биомассы, также известный как вегетационный индекс. Один из наиболее часто применяемых и широко используемых индексов, предназначенных для решения задач, связанных с количественной оценкой растительного покрова. [9]. NDVI основан на сравнении отраженного света в красном и ближнем инфракрасном спектральных каналах, что позволяет определить содержание хлорофилла в растительных листьях. Изначально NDVI использовался для определения наличия растительного покрова и до сих пор остается одним из самых распространенных индикаторов для этой цели при использовании многоспектральных данных дистанционного зондирования. Однако этот метод был адаптирован для измерения "фотосинтетической активности", которая является важным показателем здоровья растений.

Основной недостаток NDVI заключается в том, что этот показатель достаточно быстро достигает высокого "состояния насыщения". Когда поля покрыты здоровой, хорошо отражающей свет листвой, NDVI достигает высоких значений. Хотя это делает его отличным индикатором для оценки здоровья биомассы и растительности, он ограничен в детализации результатов при

обнаружении недостаточных признаков в начале или конце вегетационного периода, когда происходят изменения в растительности.

Формула расчета выглядит следующим образом (1):

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

где *NIR* - отражение в ближней инфракрасной области спектра;
RED - отражение в красной области спектра.

Ученый Уэт (Huete) разработал индекс SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) с целью уменьшить влияние яркости почвы на результаты анализа растительного покрова. Он внес корректирующий коэффициент *L*, учитывающий почву, в уравнение NDVI. Это позволяет уменьшить влияние почвенных шумов, таких как влажность, цвет и вариабельность грунта, на получаемые данные.

Индекс SAVI является модификацией индекса NDVI, который обеспечивает более точную оценку зеленой растительной массы в условиях высокой влажности почвы или наличия песчаных почв [8].

Он может быть рассчитан по формуле (3.1.2):

$$SAVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED+L} \times (1 + L) \quad (2)$$

где *NIR* - индекс ближней инфракрасной зоны;

RED - красный индекс;

L - постоянный параметр, который исключает выделение изображений ($L > 0,5$).

Используя индекс корректировки почвы вегетации (SAVI), можно получить значения в диапазоне от -1 до 1. Значение 0 указывает на отсутствие растительного покрова, в то время как значения, близкие к 1, свидетельствуют о высокой плотности растительной массы. SAVI имеет широкий спектр применений, включая раннее обнаружение заболеваний растений, оценку качества почвы, планирование сельскохозяйственных угодий, а также мониторинг экосистем и ресурсов, таких как водные резервуары, солнечные панели и заболоченные земли. SAVI является полезным инструментом для анализа состояния растительности и экологического мониторинга, особенно при использовании геоинформационных систем (ГИС) и спутниковых данных.

SAVI может быть полезен для мониторинга и оценки здоровья растительности в различных областях, включая сельское хозяйство, лесные массивы, экосистемы и зоны природных резерватов. Он предоставляет ценную информацию о состоянии растительного покрова, что позволяет принимать более информированные решения в области управления земельными ресурсами и охраны окружающей среды.

Для расчета всех указанных индексов можно использовать программное обеспечение, такое как ArcGIS, QGIS, ArcGIS Pro и другие. В данной работе все вычисления и анализы проводились с использованием QGIS.

QGIS (Quantum GIS) - это географическая информационная система (ГИС), предоставляющая возможности работы с пространственными данными. Она представляет собой мощный инструмент для анализа и визуализации географической информации, широко применяемый в различных областях, включая геологию, экологию, агрокультуру и градостроительство. QGIS позволяет пользователям создавать, редактировать, анализировать и представлять географические данные на основе различных источников, включая спутниковые изображения, геопространственные базы данных и векторные данные. Он обладает широким набором функций для обработки и анализа географической информации, таких как создание тематических карт, проведение пространственного анализа, расчеты площадей и маршрутов, а также интеграцию с другими ГИС-системами и форматами данных. QGIS является бесплатным и с открытым исходным кодом, что делает его доступным и гибким инструментом для работы с пространственными данными в различных областях и проектах. [10].

Одним из основных преимуществ QGIS является ее открытый исходный код и бесплатная доступность. Это означает, что любой человек может скачать и установить QGIS на свой компьютер без ограничений или необходимости оплаты. Благодаря этому, QGIS стала популярной альтернативой другим коммерческим ГИС-системам, таким как ArcGIS.

Вот некоторые основные характеристики QGIS:

1. Работа с различными типами данных
2. Анализ пространственных данных
3. Создание и редактирование карт
4. Визуализация данных
5. Интеграция с другими инструментами

Благодаря своему удобному и интуитивно понятному пользовательскому интерфейсу, QGIS обеспечивает простоту использования для пользователей. Он предлагает интуитивные инструменты и функции, что позволяет пользователям быстро освоиться и приступить к работе с геопространственными данными без лишних сложностей.

3.2 Расчет вегетационных индексов для оценки состояния почвы и растительности

На текущий момент существует несколько платформ, где можно найти открытые данные и космические снимки. Вот некоторые из них:

1. NASA Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)
2. United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer
3. European Space Agency (ESA) Copernicus Open Access Hub
4. Sentinel EO Browser

Эти платформы предоставляют широкий доступ к космическим данным о Земле и предоставляют инструменты для анализа и использования этих данных в различных областях, включая сельское хозяйство, экологию, геологию и многое другое. Для анализа в данной работе использовали изображения, которые были получены с сайта Sentinel EO Browser.

Sentinel EO Browser - это онлайн-инструмент, предоставляемый Европейским космическим агентством (ESA), который позволяет пользователям просматривать и анализировать спутниковые снимки, полученные в рамках программы Sentinel. Этот браузер, который показан на рисунке 3.1 предоставляет возможность поиска, просмотра и загрузки данных со спутников Sentinel-1 и Sentinel-2, а также обладает широким спектром инструментов для обработки и анализа этих данных.

Для вычисления индексов были использованы спутниковые снимки из серии Sentinel-2, которые оказались наиболее подходящими. Анализ проводился для участка сельскохозяйственных угодий в три разных момента времени: 5 июля 2021 года, 3 июля 2022 года и 10 июля 2023 года [11].

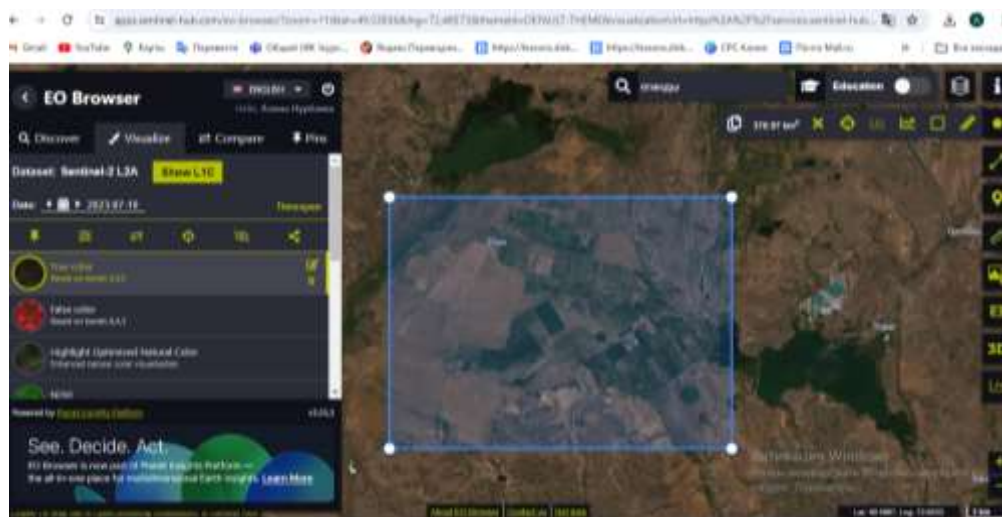


Рисунок 3.1 – Настройки поиска снимков

Все необходимые изображения для вычисления индексов и создания карт были импортированы в программу QGIS. Импортированные снимки в программу выглядят, как на рисунках 3.2, 3.3, 3.4. [11]:



Рисунок 3.2 – Обзор снимка Карагандинской области в QGIS, 5 июля 2021 год



Рисунок 3.3 – Обзор снимка Карагандинской области в QGIS, 3 июля 2022 год



Рисунок 3.4 – Обзор снимка Карагандинской области в QGIS, 10 июль 2023 год

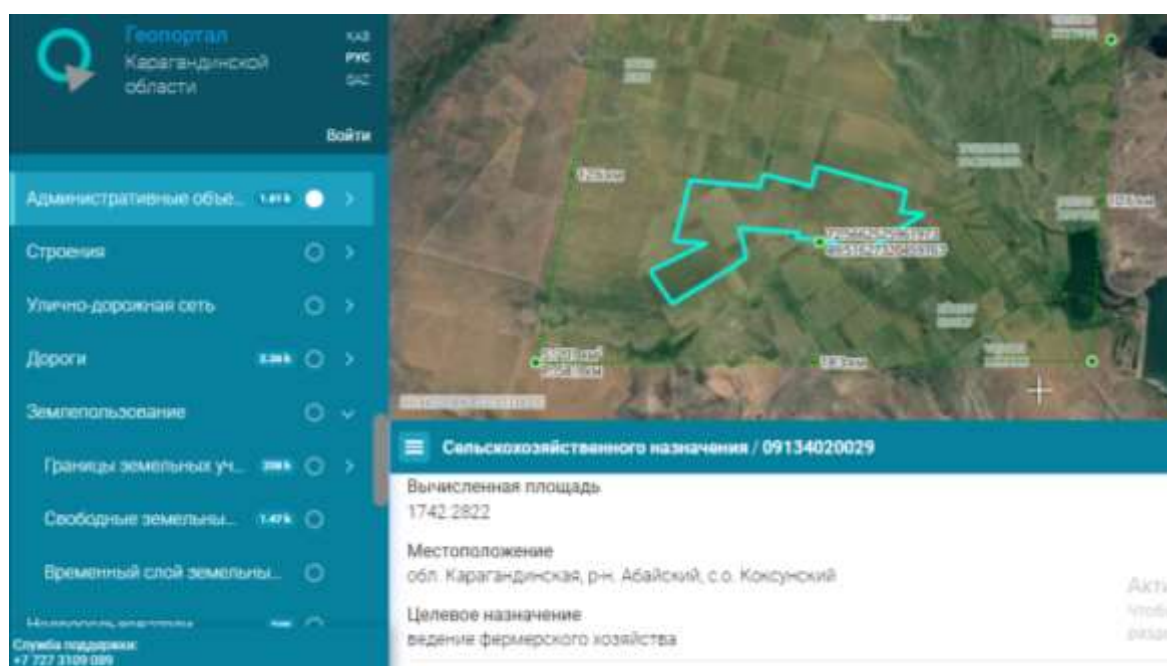


Рисунок 3.5 – Обзор выбранного участка на Геопортале

Расчет всех показателей осуществляется с использованием инструмента «Raster Calculator», который представляет собой простой в использовании и

функциональный растровый калькулятор. Этот инструмент доступен в бесплатной и открытой ГИС - QGIS, где он реализован в качестве расширения.

Расчет индекса NDVI. Последовательность действий для выполнения расчета индекса NDVI в QGIS:

1. Для начала я открываю нашу программу QGIS, далее использую инструмент «Менеджер источников данных» или «Добавить слой» для загрузки растровых изображений, содержащих каналы NIR (ближний инфракрасный) и RED (красный). В случае Sentinel-2 это 8-й и 4-й каналы соответственно.

2. В меню выбираю «Растр» -> «Калькулятор растра».

В окне «Калькулятор растра», как показано на рисунке 3.5 ввожу формулу (3) вегетационного индекса:

$$NDVI = (Band8 - Band4) / (Band8 + Band4) \quad (3)$$

где *Band8* - это канал NIR;

Band4 - канал RED.

Нажимаю «ОК» для запуска расчета. После завершения расчета сохраняю полученный слой NDVI, выбрав «Слой» -> «Сохранить как».

3. Для лучшего анализа открываю свойства нового слоя NDVI и оформляю результат вычисления NDVI, как показано на рисунке 3.7.

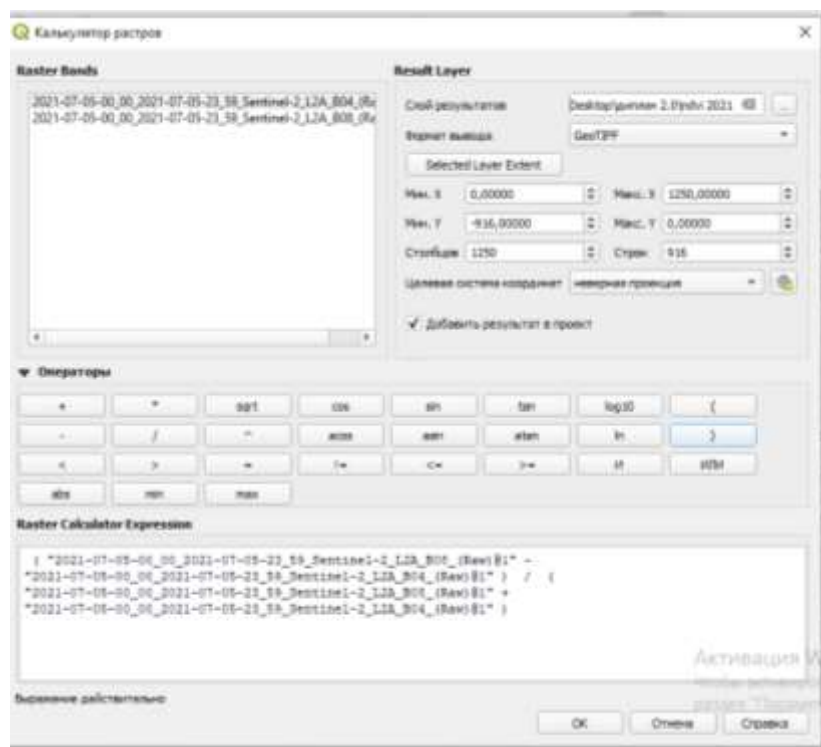


Рисунок 3.6 – Вычисление NDVI по участку Карагандинской области 2021 год

Индекс NDVI отображается с использованием стандартизированной непрерывной градиентной или дискретной шкалы, которая показана на рисунке 3.6 [8]. Эта шкала показывает значения в диапазоне от -1 до 1 в процентах или на масштабированной шкале от 0 до 255 (используется в некоторых пакетах обработки ДЗЗ и соответствует количеству градаций серого) или в диапазоне от 0 до 200 (-100 до 100), что обеспечивает более удобное отображение, где каждая единица соответствует 1% изменения показателя.



Рисунок 3.7 – Градиентная шкала NDVI

Благодаря особенностям отражения в инфракрасной (NIR) и красной (RED) областях спектра, природные объекты, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение индекса NDVI. Это позволяет использовать этот параметр в таблице 3.1 для их идентификации. [8]:

Таблица 3.1 – Значение показателя NDVI

Тип объекта	Отражение в красной области спектра	Отражение в инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0.1	0.5	0.7
Разряженная растительность	0.1	0.3	0.5
Открытая почва	0.25	0.3	0.025
Облака	0.25	0.25	0
Снег и лед	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0.3	0.1	-0.5

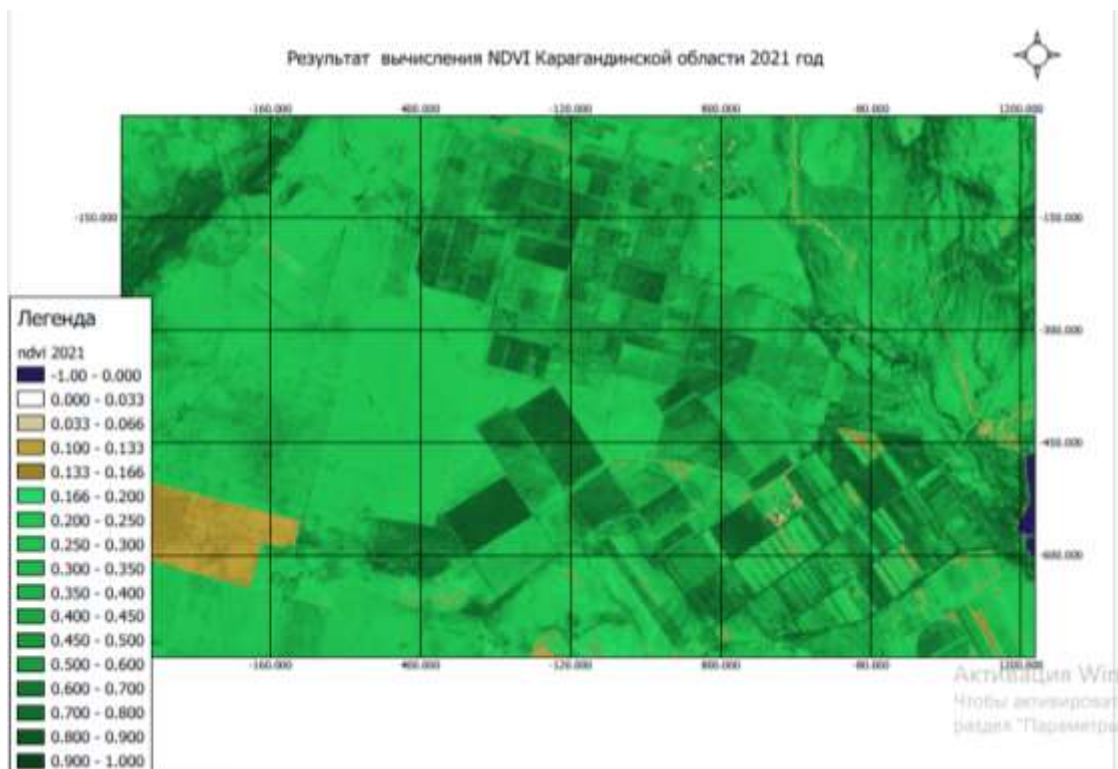


Рисунок 3.8 – Результат вычисления NDVI Карагандинской области 2021 год

Расчет индекса SAVI.

1. Для вычисления индекса SAVI также, как и NDVI используем каналы 8-й и 4-й.

2. В окне «Калькулятор растра», как показано на рисунке 3.8 ввела формулу (4) для расчета индекса:

$$SAVI = (Band8 - Band4) / (Band8 + Band4 + 0.5) * (1 + 0.5) \quad (4)$$

где *Band8* - это канал NIR;

Band4 - канал RED.

Нажимаю «ОК» для запуска расчета. После завершения расчета сохраняю полученный слой SAVI, выбрав «Слой» -> «Сохранить как».

3. Для лучшего анализа открываю свойства нового слоя SAVI и оформляю результат вычисления SAVI, как показано на рисунке 3.9.

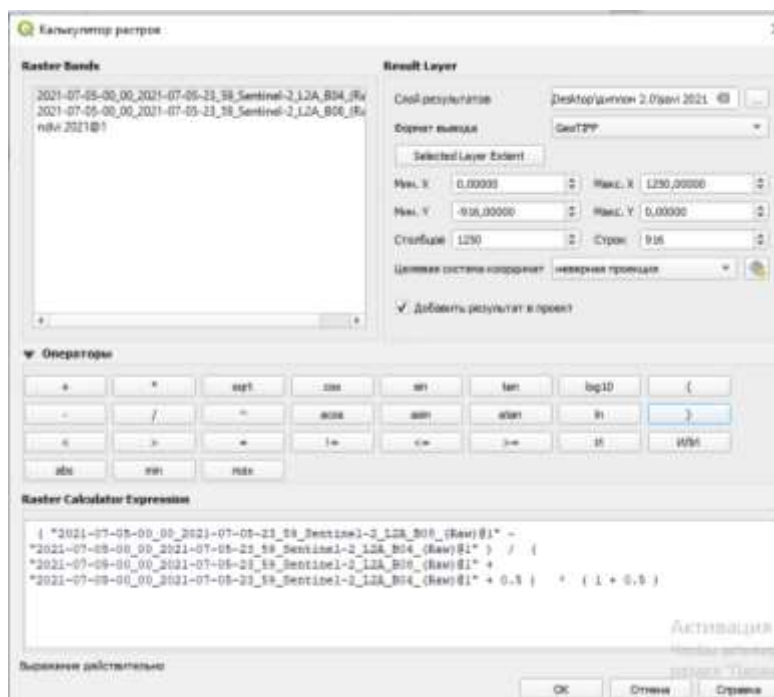


Рисунок 3.9 – Вычисление SAVI по участку Карагандинской области 2021 год

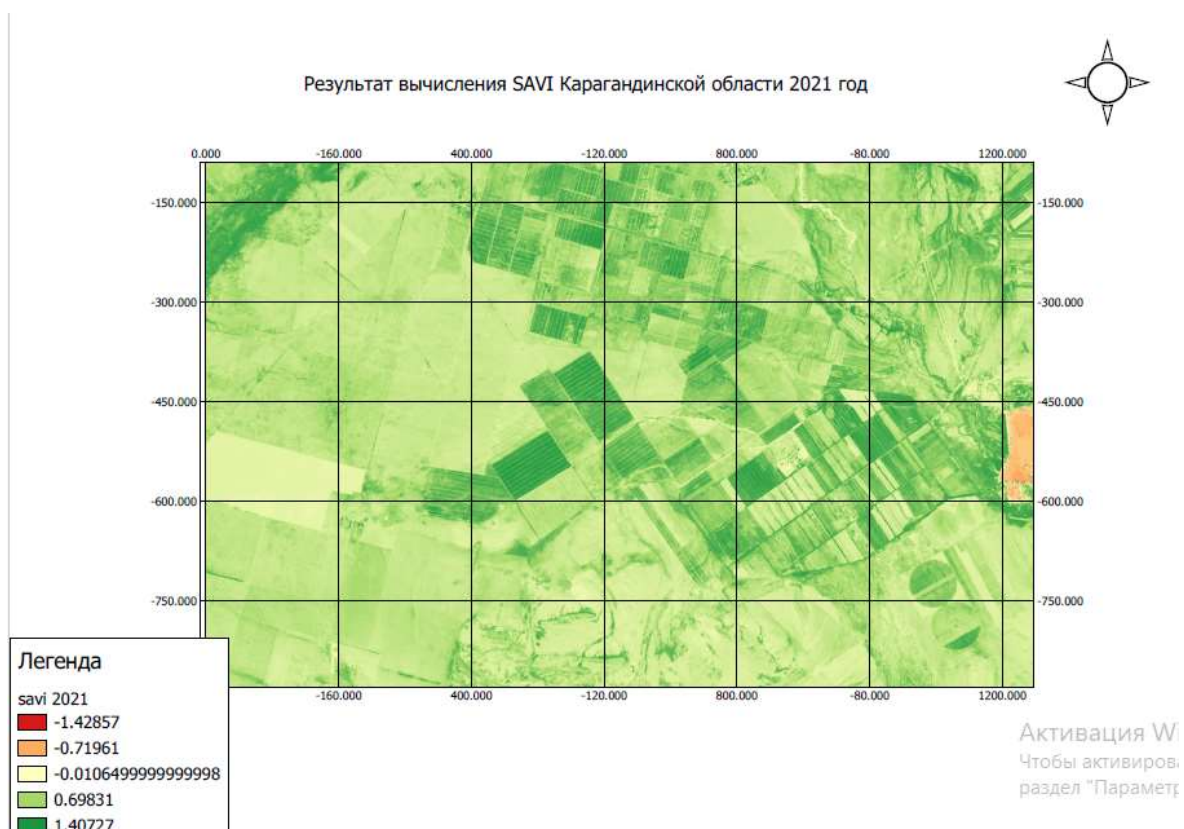


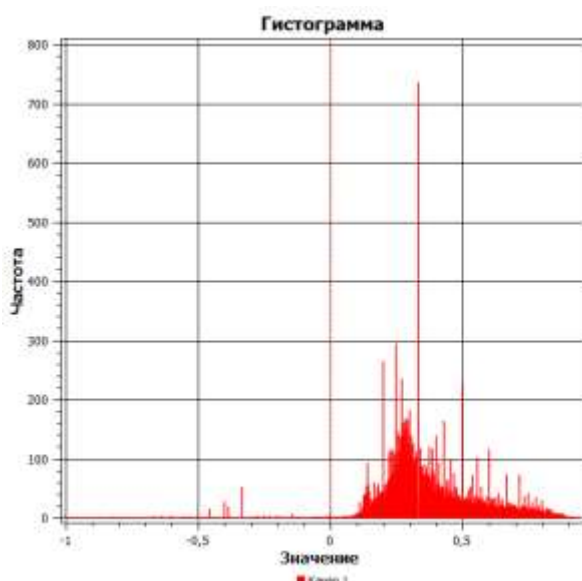
Рисунок 3.10 – Результат вычисления SAVI Карагандинской области 2021 год

Результаты вычисления для Карагандинской области на 2022 и 2023 год прикреплены в приложении.

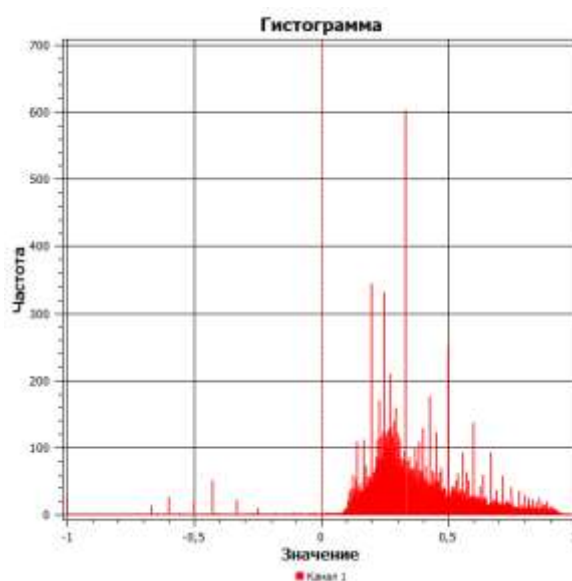
3.3 Сравнительный анализ индексов

Для эффективного мониторинга сельскохозяйственных земель и анализа состояния растений рекомендуется выбирать период середины сезона выращивания полевых культур. В данном случае, вегетационные индексы были рассчитаны с интервалом в 1 год на период активного роста посевов, который приходится на июль. Исследование проводилось на одном участке с использованием следующих дат: 5 июля 2021 года, 3 июля 2022 года, 10 июля 2023 года.

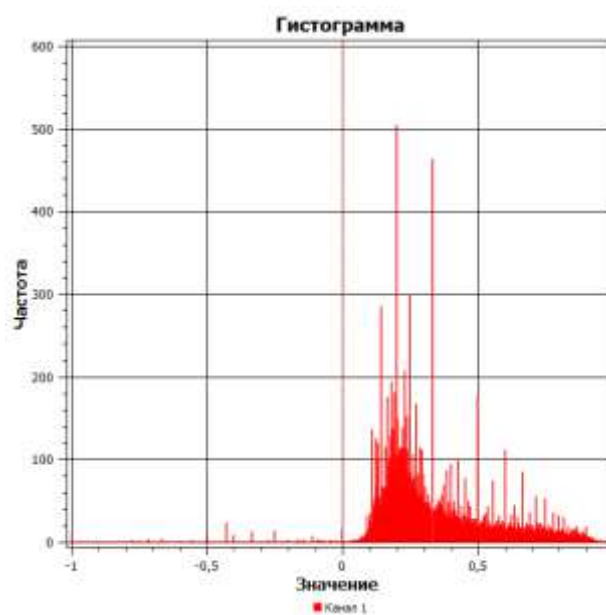
По данному рисунку 3.10 можно заметить, что с каждым годом значения между 0 и 0,5 становятся более высокими. Это указывает на значительное увеличение разреженной растительности и открытых полей. С точки зрения сельского хозяйства, открытые поля могут быть нежелательными, так как они могут указывать на низкую урожайность или проблемы с посевами.



А)



Б)



В)

а) за 2021 год, б) за 2022 год, в) за 2023 год

Рисунок 3.11 – Гистограмма значений и частот индекса NDVI

Индекс NDVI используется для измерения разницы в плотности растительного покрова и может использоваться для оценки этих изменений. В период с 2021 по 2023 годы на исследуемой территории максимальные значения вегетационных индексов варьировались от 0,94 до 1. В 2021 году максимальное значение индекса достигло 0,94, указывая на присутствие густой растительности. Однако большая часть полей в этом году имела разреженную растительность, что подтверждается средним значением NDVI, равным 0,39. В 2022 году максимальное значение индекса составило 1, указывая на наличие густой растительности. Однако, среднее значение NDVI, равное 0,38, указывает на разреженность растительности. К 2023 году можно заметить, что количество открытых полей значительно увеличилось по сравнению с 2021 годом. В основном, растительность соответствовала разреженной, и было много открытых полей. Среднее значение NDVI снизилось на 0,4 по сравнению с 2021 годом, это можно наблюдать в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Средние значения индексов NDVI и SAVI

Год	Среднее значение NDVI	Среднее значение SAVI
2021	0.39	0.58
2022	0.38	1.88
2023	0.35	0.52

Факторы, которые могут привести к увеличению разреженной растительности и открытых полей, включают:

1. Изменения климата, такие как сухость и повышенные температуры.
2. Человеческая деятельность, включая вырубку лесов и расширение сельскохозяйственных угодий.
3. Пожары, которые уничтожают растительный покров и способствуют образованию открытых полей.
4. Естественные процессы, такие как заболачивание и пустынение.

Проанализируем значения максимума и минимума индекса SAVI для указанных лет:

- 2021: Максимальное значение: 1.41; Минимальное значение: -1.43
- 2022: Максимальное значение: 2.49; Минимальное значение: 0.54
- 2023: Максимальное значение: 1.47; Минимальное значение: -1.41

Анализируя значения максимума и минимума SAVI для каждого года, можно сделать следующие наблюдения:

В 2021 году, максимальное значение SAVI составляет 1.41, что указывает на наличие здоровой и плотной растительности в некоторых областях. Однако минимальное значение -1.43 говорит о наличии проблем с растительным покровом в других областях. В 2022 году, значение SAVI достигает максимального показателя 2.49, что указывает на высокую плотность и здоровье растительного покрова. Минимальное значение 0.54 также говорит о наличии некоторых областей с менее плотным растительным покровом. В 2023 году максимальные и минимальные значения схожи с 2021 годом.

Общий вывод из этих данных состоит в том, что в каждом из указанных лет наблюдаются различия в плотности и здоровье растительного покрова. Индекс SAVI используется для оценки здоровья растительности, учитывая влияние почвы на рассеяние и поглощение света. Положительные значения SAVI указывают на более здоровую и плотную растительность, тогда как отрицательные значения могут указывать на проблемы с растительным покровом.

После сравнения двух индикаторов, был сделан вывод о том, что NDVI является лучшим индексом для мониторинга изменений и проведения существенного анализа. NDVI четко отслеживает динамику изменения растительности и является наиболее предпочтительным индикатором в этом контексте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения нашей дипломной работы был проведен анализ мониторинга состояния сельскохозяйственных земель с использованием данных космических снимков. Мы выбрали сельскохозяйственные угодья Карагандинской области в качестве объекта исследования. В процессе работы мы изучили физико-географические и климатические характеристики региона, а также основные виды сельскохозяйственных угодий. Основное внимание уделялось проблемам и вызовам, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные предприятия в данном регионе.

Для наших исследований мы использовали снимки спутника серии Sentinel-2 одной и той же территории, сделанные в разные годы: 1) 5 июля 2021 года, 2) 3 июля 2022 года и 3) 10 июля 2023 года. Для подбора снимков Sentinel-2 территории Карагандинской области мы воспользовались web-интерфейсом EO Browser [11]. Основными критериями отбора были минимальная облачность (мы выбирали снимки без облаков и дымки) и достаточно активный период вегетации, чтобы обеспечить надлежащую оценку растительности.

В процессе обработки данных ДЗЗ мы вычислили значения двух индексов растительности: NDVI и SAVI. Результаты показали разнообразное распределение этих индексов, что указывает на неравномерность их присутствия на исследуемых участках. Сравнительный анализ индексов растительности снимков за 2021-2023 годы показал, что значения индексов в 2021 году были выше, чем в 2023 году.

Таким образом, наше исследование подтверждает, что использование вегетационных индексов позволяет оценить состояние и изменения растительного покрова сельскохозяйственных угодий количественно и оперативно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Д. А. Такумова, Анализ экологических факторов Карагандинской области, Стандартизация: статья. Сибирский государственный университет геосистем и технологий, – Новосибирск, 2022. – 134 с.
- 2 Земельные отношения. – Текст: электронный// Аппарат акима города Караганды: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/karaganda/press/article/details/46733?lang=ru>
- 3 Влияние сельского хозяйства на окружающую среду. – Текст: электронный// Национальный проектный институт «Экология будущего»: официальный сайт. – 2022. – URL: <https://karaganda.npieco.kz/company/articles/vliyanie-selskogo-hozyajstva-na-okruzhayushuyu-sredu/>
- 4 Мониторинг сельскохозяйственного производства Республики Казахстан на основе данных ДЗЗ. – Текст: электронный// АО «Национальная компания «Казакстан Гарыш Сапары»: официальный сайт. – 2020. – URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2020/09/29/monitoring-of-agricultural-production-in-kazakhstan-with-dzz/>
- 5 Хасанова Г.Б., Кожахметов Б.Т., Перспективы применения данных дистанционного зондирования земли из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства, Стандартизация: статья, «Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки», – Новосибирск, 2018. – 85 - 87 с.
- 6 Космический мониторинг в сельском хозяйстве. – Текст: электронный// Компания «Совзонд»: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://sovzond.ru/industry-solutions/agro/>
- 7 Pia Addabbo¹, Mariano Focareta², Salvo Marcuccio³, Claudio Votto³, Silvia L. Ullo⁴ - Contribution of Sentinel-2 data for applications in vegetation monitoring, Стандартизация: статья. – Италия, 2020. – 46 – 47 с.
- 8 Макаров Е.О. Обзор существующих вегетационных индексов при выполнении анализа земной поверхности // Современные научные исследования и инновации. – 2023 – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2023/06/100430>
- 9 NDVI - теория и практика. – Текст: электронный//Автор Дубинин М. – URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>
- 10 Qgis язык программирования. – Текст: электронный//– 2023 – URL: https://medium.com/@talan_arch54372/qgis%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F-8086ec6b90cc
- 11 Космические снимки - [https://apps.sentinel-hub.com/eobrowser/?zoom=10&lat=-41.9&lng=12.5&themeId=DEFAULT-THEME&toTime=2024-04 04T19%3A19%3A04.582Z](https://apps.sentinel-hub.com/eobrowser/?zoom=10&lat=-41.9&lng=12.5&themeId=DEFAULT-THEME&toTime=2024-04%20T19%3A19%3A04.582Z)

Приложение А

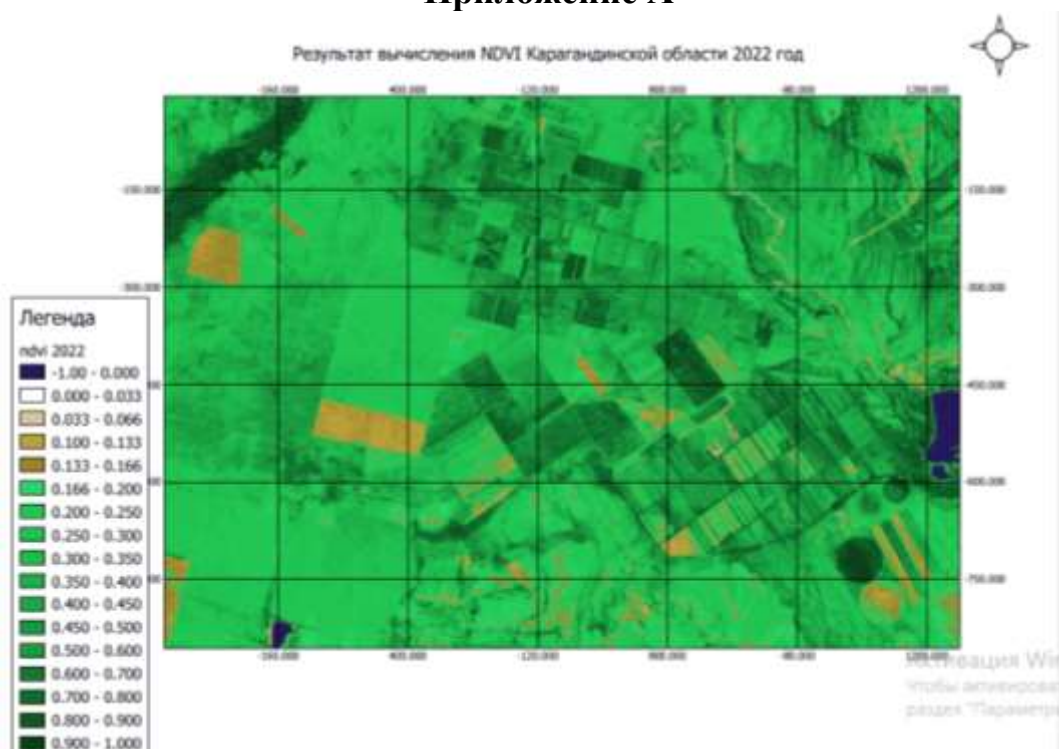


Рисунок А.1 - Результат вычисления NDVI Карагандинской области 2022
ГОД

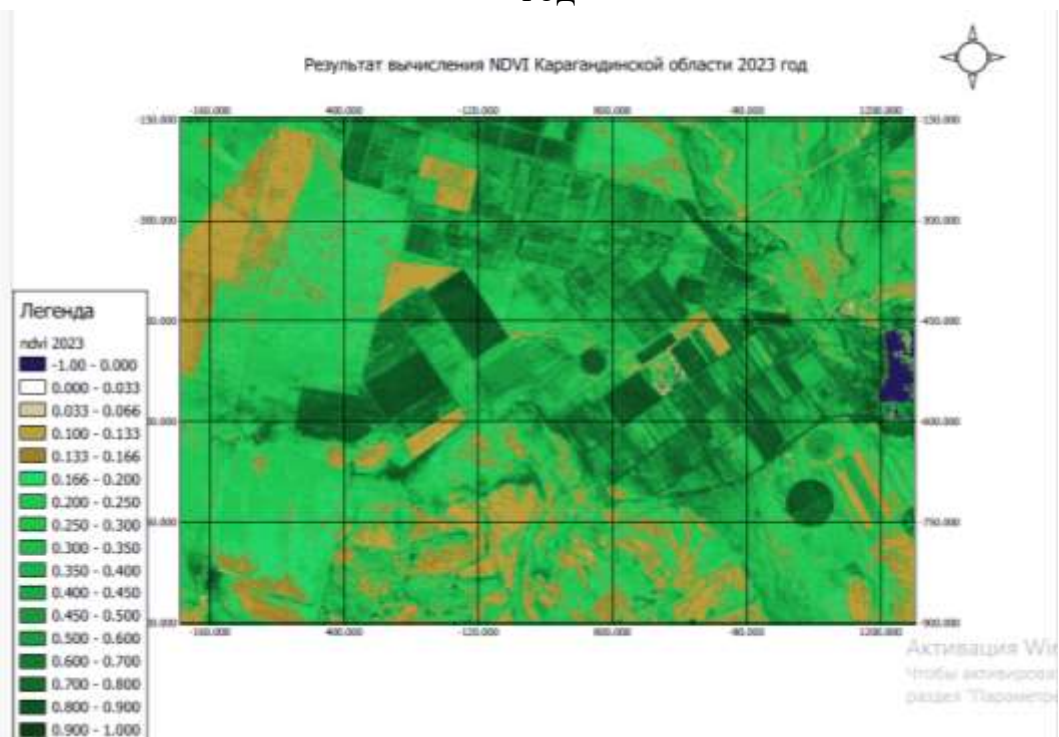


Рисунок А.2 - Результат вычисления NDVI Карагандинской области 2023
ГОД

Продолжение приложения А

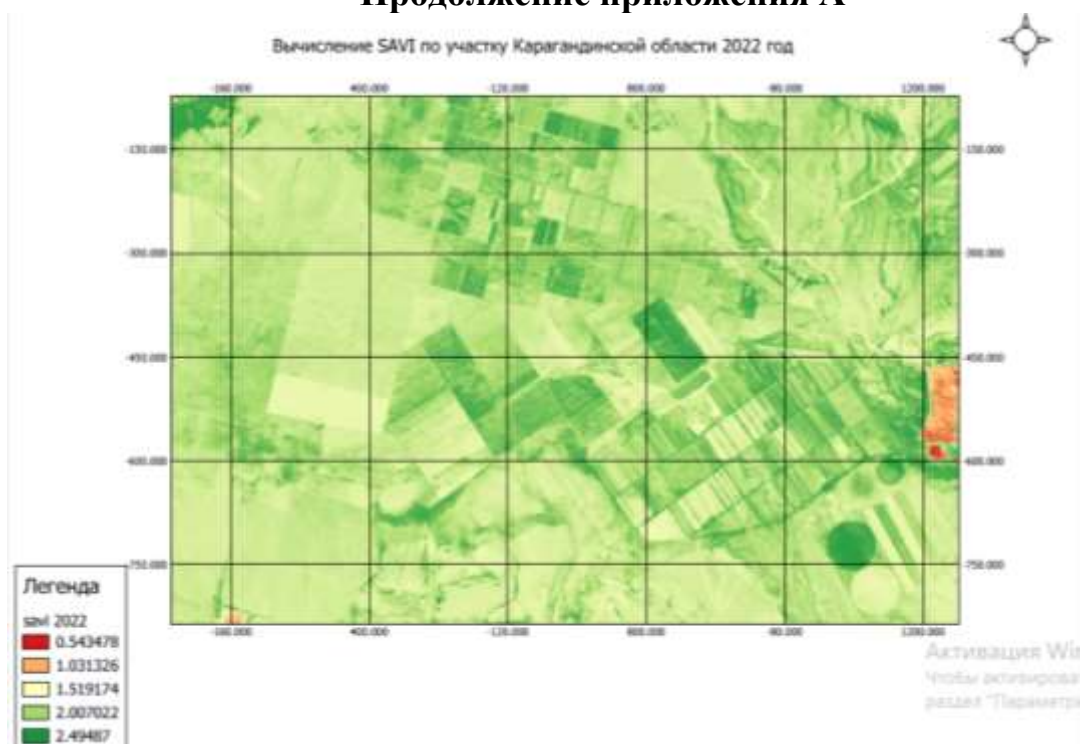


Рисунок А.3 - Результат вычисления SAVI Карагандинской области 2022 ГОД

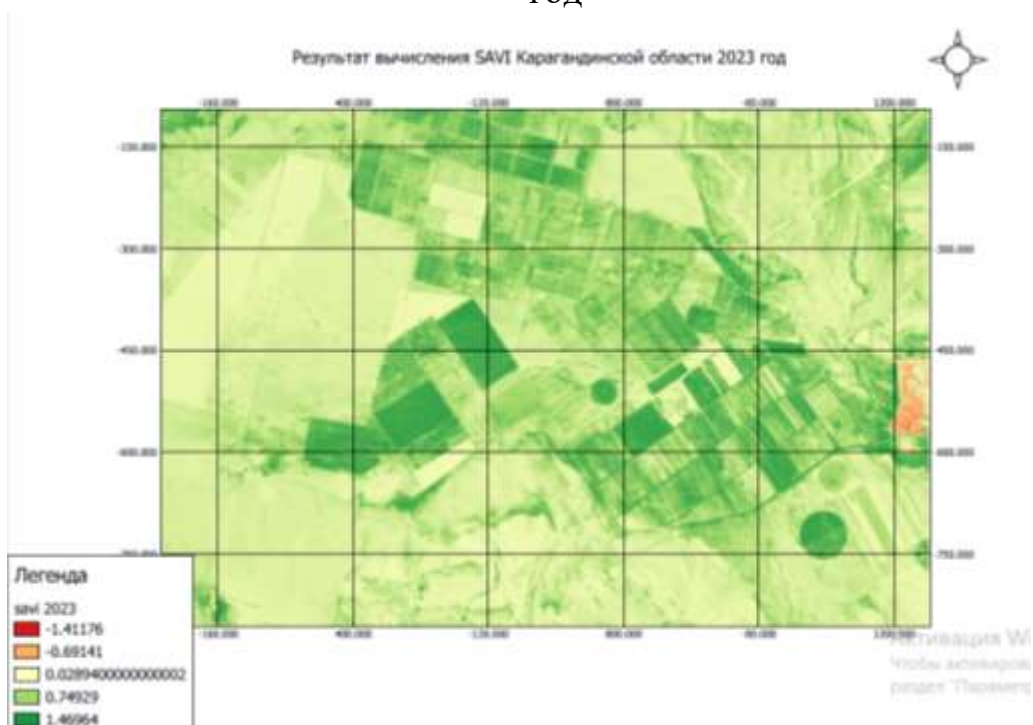


Рисунок А.4- Результат вычисления SAVI Карагандинской области 2023 ГОД

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

(наименование вида работы)

Нурбаевой Алины Дулатовны

(Ф.И.О. обучающегося)

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

(шифр и наименование ОП)

Тема: «Использование данных космических снимков в мониторинге
сельскохозяйственных угодий Карагандинской области»

Тема дипломной работы актуальна из-за необходимости эффективного управления сельскохозяйственными работами в условиях меняющегося климата. Применение сенсорных технологий позволяет своевременно выявлять проблемы и повышать эффективность сельскохозяйственного производства в регионах.

Нурбаева А.Д ясно сформулировала цель и задачи исследования, которые хорошо соответствуют выбранной теме. Исследование включает анализ географических и климатических особенностей региона, состояния плодородности почв и качественного состояния сельскохозяйственных земель.

Методология исследования основана на использовании спутниковых данных и вегетационных индексов, что является адекватным подходом для оценки состояния растительного покрова. Автор выбрала подходящие программные инструменты, такие как QGIS для обработки и анализа данных.

Результаты работы представлены в достаточной степени и анализируют изменения в густоте растительного покрова сельскохозяйственных угодий Карагандинской области за 2021, 2022 и 2023 годы. Выводы, сделанные на основе анализа результатов, демонстрируют хорошее понимание полученных данных и их интерпретацию.

В связи с вышеизложенным, Нурбаева А.Д может быть оценена на 98% и заслуживает присвоения академической степени бакалавра по образовательной программе «6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия».

Научный руководитель

Старший преподаватель, м.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

 Шакиева Г.С

(подпись)

«12» июня 2024 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Нурбаевой Аллы Дулатовны
(Ф.И.О. обучающегося)

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия
(шифр и наименование ОП)

На тему: «Использование данных космических снимков в мониторинге сельскохозяйственных угодий Карагандинской области»

Выполнено:

- а) графическая часть на 2 листах
- б) пояснительная записка на 32 страницах

Актуальность темы дипломного проекта:

Дипломная работа студента Нурбаевой А.Д посвящено изучению актуальных тем связанных с использованием данных космических снимков в мониторинге сельскохозяйственных угодий Карагандинской области.

В первой главе произведен анализ сельскохозяйственных угодий Карагандинской области. В этом разделе детально рассмотрены географические и климатические особенности региона, а также основные типы сельскохозяйственных угодий. Также обсуждаются проблемы и вызовы, связанные с аграрными трудностями в этом регионе.

Основная практическая часть изложена в третьей главе, которая посвящена исследованию использования границ для сельскохозяйственных земель Карагандинской области. В работе выбираются вегетативные индексы и программное обеспечение для анализа, а также проводится расчёт вегетационных индексов для оценки состояния почвы и растительности. В работе также представлен сравнительный анализ.

Качество графической части работы: хорошее

Замечания к работе были не значительными, в ходе проверки устранены автором.

Дипломная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам.

Оценка работы

Работа рекомендуется к защите и заслуживает оценки «девяносто пять» 95%,
(оценка прописью)

а автор дипломной работы Нурбаева А.Д заслуживает присвоения академической степени бакалавра по образовательной программе «6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия»

Рецензент:

Заведующая кафедрой
картографии и геоинформатики
КазНУ имени аль-Фараби
PhD, ассистент-профессор

Асылбекова А.А

2024

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нурбаева Алина Дулатовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ДИПЛОМНАЯ РАБОТА Нурбаева А.Д

Научный руководитель: Гулим Шәкиева

Коэффициент Подобия 1: 6.7

Коэффициент Подобия 2: 3

Микропробелы: 11

Знаки из здругих алфавитов: 3

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:

2024-06-17

Дата



Алина Нурбаева
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нурбаева Алина Дулатовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ДИПЛОМНАЯ РАБОТА Нурбаева А.Д

Научный руководитель: Гулим Шәкиева

Коэффициент Подобия 1: 6.7

Коэффициент Подобия 2: 3

Микропробелы: 11

Знаки из других алфавитов: 3

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:

2024-06-17

Дата



Заведующий кафедрой