

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»

Ан Дмитрий Витальевич

Оценка последствий лесного пожара на территории Восточно-Казахстанской области с
помощью ГИС-технологий

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B07303 – 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. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело и геодезия»,
доктор РИД, ассоц. проф.
Э. О. Орынбасарова
« 3 » 06 2024 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Оценка последствий лесного пожара на территории Восточно-Казахстанской
области с помощью ГИС-технологий»

6B07303- Геопространственная цифровая инженерия

Выполнил:

Ан Дмитрий Витальевич

Рецензент:

Старший научный сотрудник
ТОО «Институт биосферы»

Уразалиев А. С.
КАДР
БӨЛІМІ
« 3 » 2024 г.

ОТДЕЛ
КАДРОВ
БСНБИН 091240017406

Научный руководитель:
д. т. н., профессор

Касымканова Х-К.
« 03 » июня 2024 г.

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»

6В07303 – Геопространственная цифровая инженерия

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело и геодезия»,
доктор PhD, ассоц. проф.
Э.О. Орынбасарова
« 03 » « 06 » 2024 г.



ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: *Ан Дмитрий Витальевич*

Тема: *Оценка последствий лесного пожара на территории Восточно-Казахстанской области с помощью ГИС-технологий*

Утверждена приказом проректора по академическим вопросам № 548-П/О от 04.12.2023г.

Срок сдачи законченной работы " *03.06* " 20*24* г.

Исходные данные к дипломной работе:

Краткое содержание дипломной работы:

а) Теоретические аспекты исследования лесных пожаров с помощью ГИС-технологий

б) Анализ данных лесных пожаров в Абайской области

в) Оценка масштабов и последствий пожаров

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Карты Абайской области. Космические снимки Sentinel.

Рекомендуемая основная литература:


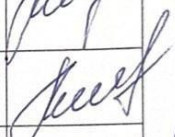

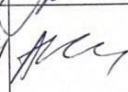
1. Кокшетауский технический институт КЧС МВД РК. "Анализ и оценка пожарных рисков в Республике Казахстан". 2016

2. Мавлютов, А.Р., Выдрин, Д.Ф. и Мавлютов А.Р. "Применение геоинформационных систем (ГИС) в области управления лесным хозяйством". Уфимский государственный авиационный технический университет. 2017-286с.

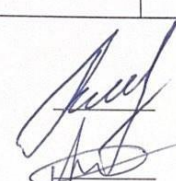
ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Теоретические аспекты исследования лесных пожаров с помощью ГИС-технологий	26.02.2024	
Анализ данных лесных пожаров в Абайской области	11.03.2024	
Оценка и последствия лесных пожаров в Абайской области	01.04.2024	

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

Наименования разделов	Консультант, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Теоретические аспекты исследования лесных пожаров с помощью ГИС-технологий	д.т.н, профессор Касымканова Х.-К. М.	15.04.24	
Анализ данных лесных пожаров в Абайской области	д.т.н, профессор Касымканова Х.-К. М.	06.05.24	
Оценка и последствия лесных пожаров в Абайской области	д.т.н, профессор Касымканова Х.-К. М.	20.05.24	
Норм контроллер	PhD, старший преподаватель Кенесбаева А.	31.05.2024	

Научный руководитель

 Касымканова Х.-К. М.

Задание принял к исполнению обучающийся

 Ан Д.В.

Дата « 5 » декабря 2024 г

АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «ГАЗ технологияларын қолдану арқылы Шығыс Қазақстан облысындағы орман өрттерінің зардаптарын бағалау». Зерттеу объектісі – Семей Орманы қорығы. Дипломдық жұмыс бірнеше тарауларды қамтитын 3 негізгі тараудан тұрады. Бірінші тарауда орман өрттерін зерттеудің теориялық аспектілері сипатталған. Екінші тарауда дала өртіне қатысты деректерді талдау үшін ГАЗ технологияларын пайдалану сипатталған. Үшінші тарауда қорық ландшафтына тигізетін салдары мен әсері ашылады.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: «Оценка последствий лесных пожаров на территории Восточно-Казахстанской области с помощью ГИС технологий». Объектом исследования является природный резерват «Семей Орманы». Дипломная работа состоит из 3 основных глав, которые включают в себя по несколько подглав. Первая глава описывает теоретические аспекты исследований лесных пожаров. Во второй главе описываются применения ГИС технологий для анализа данных, связанных с лесным пожаром. В третьей главе раскрываются последствия и влияние на ландшафт природного резервата.

ABSTRACT

Topic of the thesis: “Assessing the consequences of forest fires in the East Kazakhstan region using GIS technologies.” The object of the study is the Semey Ormany natural reserve. The thesis consists of 3 main chapters, which include several subchapters. The first chapter describes the theoretical aspects of forest fire research. The second chapter describes the use of GIS technologies to analyze wildfire-related data. The third chapter reveals the consequences and influences on the landscape of the natural reserve.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Теоретические аспекты исследования лесных пожаров с помощью ГИС-технологий	6
1.1 Характеристика лесных пожаров и их воздействие на экологическую систему	6
1.2 Обзор ГИС технологий в мониторинге и анализе последствий пожаров	9
1.3 Предыдущие исследования лесных пожаров в Казахстане	11
2 Анализ данных лесных пожаров в Абайской области	15
2.1 Обзор исторических данных о лесных пожарах в Абайской области	15
2.2 Методика сбора и анализа данных с использованием ГИС-технологий	18
2.3 Интерпретация результатов ГИС-анализа	24
3 Оценка и последствия лесных пожаров в Абайской области	27
3.1 Оценка масштабов и последствий пожаров	27
3.2 Влияние пожаров на ландшафт и экосистему области	28
3.3 Рекомендации по предотвращению и минимизации последствий будущих пожаров	29
Заключение	30
Список литературы	31
Приложение	32

ВВЕДЕНИЕ

Стихийные бедствия всегда представляли опасность для общества, вызывая разрушения, гибель людей и вред окружающей среде. От наводнений до лесных пожаров подобные катастрофы могут привести к серьезным последствиям и нарушить жизнь многих людей. Эти события случаются неожиданно и могут иметь значительное влияние на экономику, социум и экологию. Для смягчения их последствий крайне важно осуществлять эффективный мониторинг и анализ. Географические информационные системы (ГИС) представляют собой инструмент для отслеживания и анализа таких бедствий, а также для улучшения управления ими и реагирования на них.

Технология ГИС обеспечивает визуализацию данных и позволяет объединять различные источники информации, такие как спутниковые снимки, результаты дистанционного зондирования, данные с наземных измерительных приборов и демографические данные, что позволяет получить глубокое понимание о масштабах и последствиях бедствий. Эта интеграция информации помогает получить полное представление о ситуации, что имеет важное значение для принятия обоснованных решений и разработки соответствующих мер.

В данной работе мы рассмотрим возможности использования ГИС для мониторинга и анализа последствий пожаров. Мы сфокусируемся на методах и технологиях, используемых в ГИС для наблюдения и анализа причин и последствий стихийных бедствий. Цель продемонстрировать преимущества применения технологии ГИС для управления последствиями пожаров, а также показать, как это может помочь снизить ущерб и улучшить реагирование на чрезвычайные ситуации.

1 Теоретические аспекты исследования лесных пожаров с помощью ГИС-технологий

1.1 Характеристика лесных пожаров и их воздействие на экосистему

Лесные массивы представляют собой натуральный регенерирующий актив, способный удовлетворять социальные запросы при их повторном, разумном, бесперебойном и устойчивом использовании. Пожары в лесу являются неотъемлемой частью лесных экосистем и их полное устранение невозможно. Тем не менее в последние десятилетия заметна тенденция к преобразованию лесных пожаров из роли естественного регулятора в катастрофическое событие, приносящее значительные экономические, экологические и социальные потери. Особое значение имеет понимание взаимосвязи между ключевыми экологическими факторами и пространственной динамикой пожара в лесу для создания эффективных стратегий борьбы с лесными пожарами.

Лесные пожары классифицируются на несколько основных типов, каждый из которых характеризуется уникальным поведением и воздействием на окружающую среду. Понимание этих типов является критическим для эффективной борьбы с лесными пожарами и минимизации их последствий.

Поверхностные пожары: это наиболее распространенный тип лесного пожара, который распространяется по подлеску и валежнику вдоль земли. Поверхностные пожары обычно не достигают крон деревьев и, следовательно, могут наносить меньше ущерба лесной экосистеме, чем другие типы. Они могут быть полезными в некоторых случаях, так как способствуют обновлению растительности и улучшению почвы. Кронные пожары: Кронные пожары более интенсивны и разрушительны. Они возникают, когда поверхностный огонь переходит на кроны деревьев, распространяясь быстро и легко на большие расстояния благодаря ветру. Кронные пожары могут уничтожить целые леса и представляют серьезную угрозу для жизни и имущества (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Кронный пожар

Низовые (подпочвенные) пожары: этот тип пожара наиболее сложен для обнаружения и тушения. Он развивается в подстилке и верхних слоях почвы, где горит органическое вещество. Подземные пожары могут тлеть неделями или даже месяцами, практически невидимые на поверхности, но наносящие значительный ущерб корневой системе деревьев и почвенным микроорганизмам. (рис 1.2)



Рисунок 1.2 – Низовой пожар

Торфяные пожары: специфический подвид подземного пожара, который происходит в торфяниках. Торфяные пожары особенно сложны в тушении из-за высокой влажности и низкой проницаемости торфа, который может гореть на большой глубине. Эти пожары могут выделять значительное количество парниковых газов и приводить к серьезным экологическим проблемам. (рис 1.3)



Рисунок 1.3 – Торфяной пожар

Каждый тип лесного пожара требует специфических мер пожаротушения и стратегий управления, чтобы минимизировать их негативное воздействие на окружающую среду и человеческие сообщества. Лесные пожары являются сложным природным явлением, и их характеристики зависят от множества факторов. Основные аспекты, которые определяют характеристики лесных пожаров приведены на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Основные аспекты лесных пожаров

Лесные пожары оказывают значительное воздействие на экосистему. Они могут привести к глобальным изменениям на уровне ландшафта, уничтожая большие участки леса, что вызывает утрату биоразнообразия. Пожары могут исказить естественные циклы обновления лесов, ведущие к нарушению баланса между ростом и гибелью растений. Биотопы многих видов насекомых, птиц и млекопитающих могут быть уничтожены, что угрожает выживанию этих видов.

Кроме того, лесные пожары также влияют на качество почвы, поскольку высокие температуры могут уничтожить микроорганизмы в почве, необходимые для плодородия. Это может привести к деградации почвы и эрозии, что затрудняет восстановление леса после пожара. С другой стороны, в некоторых экосистемах пожары могут играть роль в естественном обновлении и регенерации. Например, некоторые виды растений зависят от периодических пожаров для своего роста и размножения. Однако в целом, несмотря на эту потенциально положительную роль, насущная проблема глобальных лесных пожаров и их влияние на экосистему остается серьезной и требующей немедленного внимания.

В свете этих глубоких и разносторонних воздействий лесных пожаров на экосистемы, современные подходы к мониторингу и анализу их последствий становятся все более важными. Одним из ключевых инструментов в этой области являются геоинформационные системы (ГИС). Далее мы рассмотрим обзор ГИС технологий и их применение в мониторинге и анализе последствий лесных пожаров, открывая новые пути к более эффективному управлению и восстановлению после этих разрушительных событий.

1.2. Обзор ГИС технологий в мониторинге и анализе последствий пожаров

Геоинформационные системы (ГИС) стали важным инструментом в мониторинге и анализе последствий лесных пожаров. Эти технологии предоставляют уникальную возможность собирать, хранить, обрабатывать и анализировать географические данные и информацию о пожарах, включая их местоположение, интенсивность, продолжительность и влияние на окружающую среду.

ГИС технологии позволяют проводить детальный анализ областей, подверженных риску пожара, и прогнозировать потенциальные места возникновения пожаров. Они также могут помочь в определении влияния пожаров на различные аспекты экосистемы, включая почву, воду и воздух.

После пожара, ГИС может быть использована для анализа ущерба и оценки потребности в восстановлении. Это включает в себя анализ степени повреждения леса, оценку потерь биоразнообразия и предсказание долгосрочных последствий для экосистемы. Кроме того, ГИС-технологии могут помочь в планировании и координации действий по борьбе с пожарами. Они могут предоставить ценную информацию для пожарных бригад, помогая им в навигации и принятии решений на месте.

В контексте мониторинга и анализа последствий лесных пожаров, ГИС-технологии предоставляют ряд функций, которые являются критически важными для оценки ущерба и планирования восстановления.

1) Сбор данных: ГИС могут интегрировать данные из различных источников, включая спутниковые изображения, данные из полевых исследований, исторические карты и базы данных. Это позволяет создавать подробные картины территорий, затронутых пожарами.

2) Мониторинг в реальном времени: Современные ГИС системы могут использовать данные от датчиков и спутниковых наблюдений для мониторинга распространения огня в режиме реального времени. Это помогает в оперативном принятии решений и управлении ресурсами для тушения пожаров.

3) Анализ территории: ГИС предоставляют инструменты для анализа изменений в ландшафте, вызванных пожаром. Это может включать оценку потери растительности, изменений в гидрологии, эрозии почв и других экологических последствий.

4) Моделирование и прогнозирование: С помощью ГИС можно создавать модели распространения огня, основанные на метеорологических данных, типе растительности и других факторах. Это позволяет прогнозировать потенциальное направление и интенсивность огня, что помогает в планировании мер по предотвращению и борьбе с пожарами.

5) Оценка ущерба: ГИС технологии используются для оценки экономического ущерба, нанесенного пожарами, включая стоимость восстановления лесов, ущерб инфраструктуре и потерянное биоразнообразие.

6) Планирование восстановления: на основе анализа ГИС разрабатываются стратегии восстановления территорий, пострадавших от пожаров. Это может включать выбор подходящих мест для посадки новых деревьев, определение зон, требующих специальных мер защиты, и планирование инфраструктуры для улучшения доступа к районам в случае будущих пожаров.

7) Визуализация и отчетность: ГИС обеспечивают интуитивно понятные карты и визуализации, которые помогают объяснить масштаб и последствия пожаров широкой аудитории, включая правительственные организации, ученых и общественность.

Геоинформационные системы (ГИС) – это инструменты, используемые для сбора, анализа и представления пространственных данных. Существует множество ГИС технологий, каждая из которых обладает уникальными характеристиками и возможностями. Ниже приведены некоторые из этих технологий, включая MapInfo MapX.

1) MapInfo MapX: MapInfo MapX – это настольная ГИС платформа, которая предоставляет разработчикам инструменты для интеграции картографических и географических данных в приложения Windows. MapX позволяет создавать интерактивные карты, проводить пространственный анализ и визуализировать географическую информацию. Она часто используется в приложениях, требующих интеграции географических данных с другими типами информации, таких как демографические данные, данные о продажах и т.д.

2) Esri ArcGIS: ArcGIS от Esri – одна из наиболее широко используемых ГИС платформ в мире. Она включает в себя набор инструментов и приложений для мониторинга, анализа и управления географическими данными. ArcGIS поддерживает работу с большими объемами данных, предоставляет инструменты для создания карт, проведения пространственного анализа и управления базами данных географической информации.

3) QGIS (Quantum GIS): QGIS – это свободная и открытая ГИС платформа, используемая для просмотра, редактирования и анализа географических данных. Она поддерживает широкий спектр форматов данных и предоставляет множество инструментов для картографирования и пространственного анализа. QGIS также имеет активное сообщество разработчиков и пользователей, которые постоянно улучшают и расширяют ее возможности.

4) Google Earth Engine: Google Earth Engine – это облачная платформа для обработки больших объемов геопро пространственных данных. Она предоставляет доступ к массивным архивам спутниковых изображений и позволяет ученым и исследователям анализировать изменения на земной поверхности, такие как лесные пожары, деградацию земель и изменение климата.

5) SuperGIS: SuperGIS – это ГИС платформа, разработанная для рынка Тайваня и других азиатских регионов. Она предлагает инструменты для управления географическими данными, картографирования и анализа, а также поддерживает мобильные и веб-ГИС-приложения.

Каждая из этих ГИС технологий имеет свои сильные стороны и может быть использована в различных областях, от научных исследований и управления ресурсами до городского планирования и мониторинга окружающей среды. Выбор конкретной технологии зависит от специфических потребностей проекта, доступности данных и бюджета. В следующей главе мы рассмотрим предыдущие лесные пожары в Казахстане и проведем исследование.

1.3. Предыдущие исследования лесных пожаров в Казахстане

Исследования лесных пожаров представляют собой комплексный процесс, который включает в себя сбор данных, анализ, моделирование и интерпретацию результатов. Цель таких исследований - лучше понять причины возникновения лесных пожаров, их поведение, воздействие на окружающую среду и общества, а также разработать стратегии для предотвращения и борьбы с ними. Ниже перечислены основные этапы и методы, используемые в исследованиях лесных пожаров.

Сбор данных включает полевые исследования. Специалисты проводят обследования на местах пожаров, собирая информацию о типе растительности, интенсивности огня, метеорологических условиях и других факторах, влияющих на пожар.

Спутниковые и авиационные наблюдения: используются для мониторинга распространения огня, оценки площади, охваченной пожаром, и анализа изменений в растительности до и после пожара.

Исторические данные: анализируются архивные записи о прошлых пожарах, включая их масштаб, частоту и сезонность.

Статистический анализ применяется для изучения тенденций в возникновении и распространении лесных пожаров, а также для идентификации ключевых факторов, влияющих на их поведение.

Геоинформационные системы (ГИС): используются для интеграции и анализа пространственных данных, таких как карты растительности, рельефа, гидрологии и распространения огня.

Физические модели позволяют имитировать поведение огня в различных условиях, основываясь на законах физики и химии горения.

Статистические и машинные обучения модели: используются для прогнозирования вероятности возникновения пожаров и их поведения на основе исторических данных и текущих условий.

Гибридные модели: сочетают элементы физических и статистических моделей для более точного прогнозирования.

Интерпретация результатов. Результаты моделирования и анализа используются для оценки рисков лесных пожаров в конкретных регионах.

Разработка стратегий: на основе полученных данных разрабатываются стратегии управления лесными пожарами, включая меры по предотвращению, раннему обнаружению и эффективному тушению

Вовлечение заинтересованных сторон. Образование и обучение проводятся семинары и обучение для повышения осведомленности и навыков в области управления лесными пожарами среди пожарных, лесников, местных сообществ и других заинтересованных сторон.

Публикация результатов. Результаты исследований публикуются в научных журналах, на конференциях и в других формах, чтобы обеспечить доступность знаний для широкой аудитории.

Как пример, возьмём пожар в городе Риддер в 2021 году. Крупный пожар охватил Риддер, город на востоке Казахстана, точный день пожара - 10 мая 2021 года. Огонь, начавшийся в лесном массиве, распространился и на город. В ходе борьбы с огнем было задействовано около 90 единиц техники, две летательной техники и 528 специалистов. Удалось локализовать пламя через два дня. По данным из новостей, горение охватило около 280 гектара леса, причинив материальный ущерб в размере 252 миллиона 472 тысячи 463 тенге. Вследствие пожара 51 участок потерпел ущерб, 31 жилой дом был полностью уничтожен огнем, при этом на 13 участках дома остались нетронутыми. Кроме того, пламя уничтожило приблизительно 40 самодельных построек, автомастерскую, около пяти автомобилей, прицеп и снегоход. В огне пострадали также другие виды имущества, включая строительные материалы, дрова, заборы и другие вещи. Таким образом, многие жители остались без дома, документов и личных вещей.

Для того, чтобы сравнить точность данных, возьмём космоснимки за 9 мая (рис 1.5) и 15 мая. (рис 1.6)

Посмотрев снимки, можно отчётливо увидеть, какая именно площадь лесного массива была поражена пожаром. С помощью этого, мы имеем возможность самостоятельно и точно посчитать площадь пожара, который поразил данный лес.

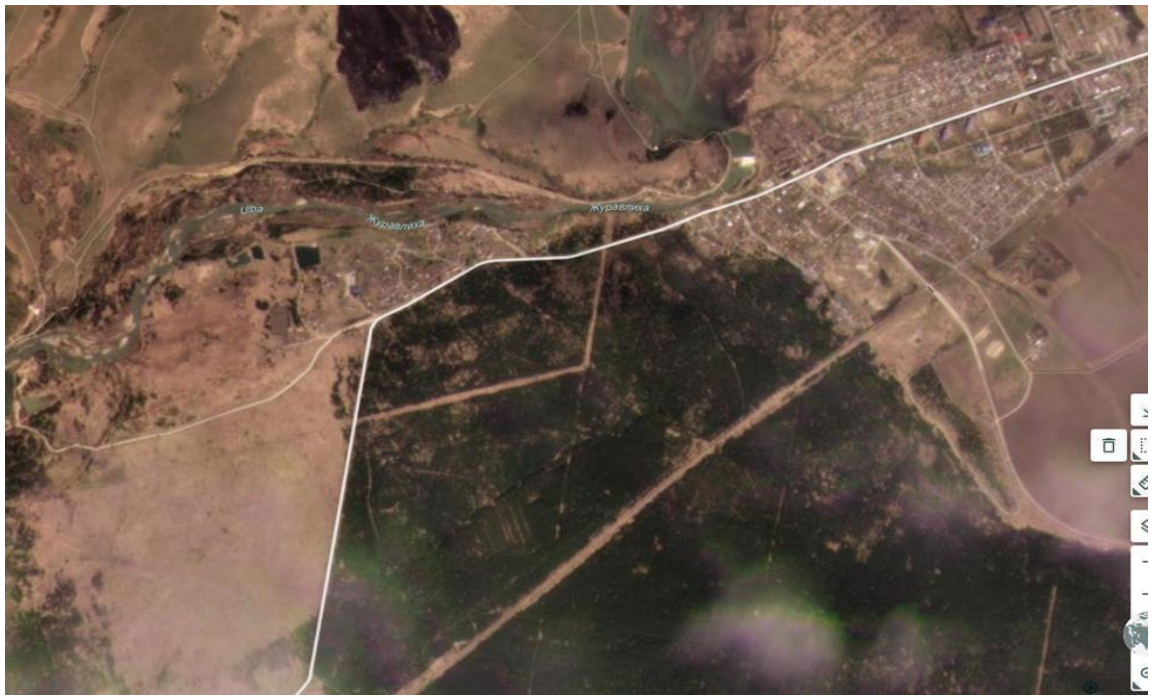


Рисунок 1.5 – Снимок 9 мая 2021 года в г. Риддер



Рисунок 1.6 – Снимок за 15 мая 2021 года в г. Риддер

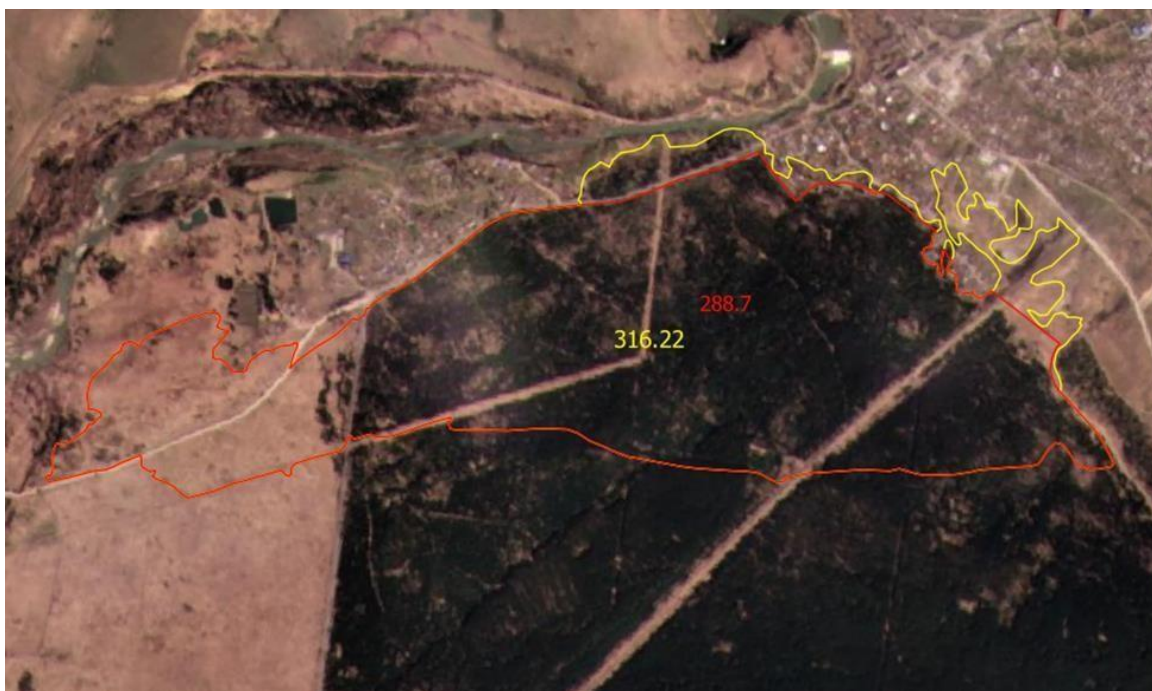


Рисунок 1.5 – Подсчитанная площадь пораженной территории на снимке 9 мая 2021 года.

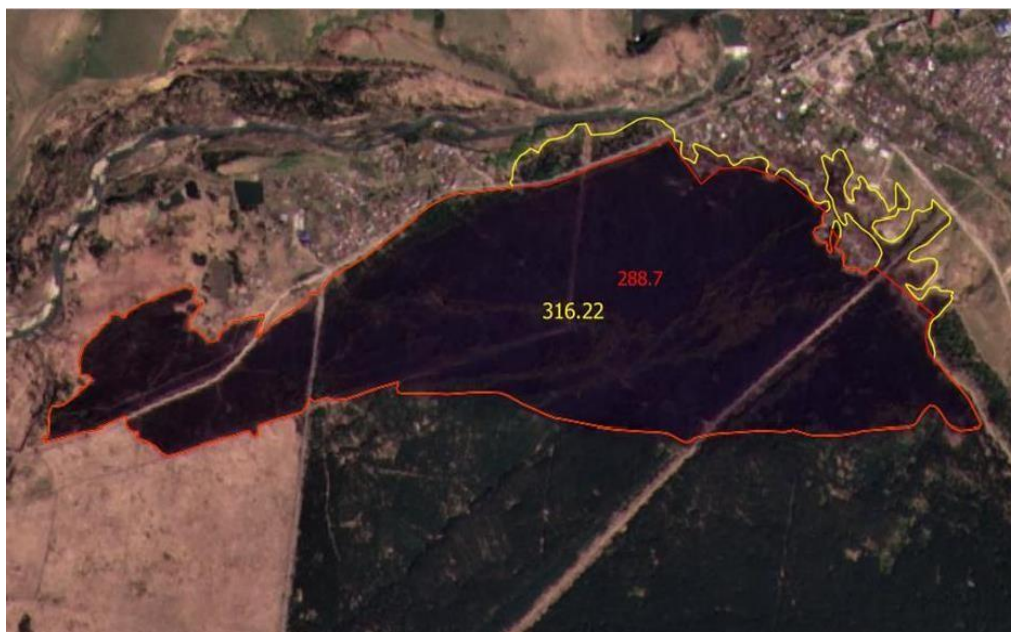


Рисунок 1.6 – Подсчитанная площадь пораженной территории на снимке 15 мая 2021 года

Желтым указана площадь, которая была частично поражена пожаром, а красным плотностью. Можно сделать вывод, что площадь была неверно подсчитана и составляет 316.22 га, а самого лесного массива – 288.7 га. В следующей главе мы более подробно проведем анализ и исследуем лесные пожары в Абайской области.

2 Анализ данных лесных пожаров в Абайской области

2.1 Обзор исторических данных о лесных пожарах в Абайской области

В июне 2023 года в Абайской области произошел крупный лесной пожар, унесший жизни 15 человек. По информации ДЧС, площадь возгорания достигла 60 тысяч гектаров. Лесные пожары в Казахстане случаются довольно часто. Например, в 2022 году в стране было зарегистрировано и потушено более 800 лесных пожаров, охвативших 103 тысячи гектаров леса. Полностью предотвратить возникновение пожаров невозможно, поэтому основная профилактическая мера заключается в своевременном обнаружении и оповещении на ранней стадии задымления. Это помогает предотвратить развитие пожара в масштабное бедствие. В Казахстане появилась система видеонаблюдения Orman AI, которая способна выявлять очаги возгорания на ранних стадиях и автоматически передавать данные дежурному оператору. Это позволяет быстро реагировать и тушить пожары, сохраняя ближайшие территории. Orman AI не ограничивается видеонаблюдением; это интегрированная цифровая система, поддерживаемая искусственным интеллектом. Она анализирует большие данные, используя технологии видеоаналитики и компьютерного зрения, для непрерывного мониторинга изображения с камер (рис 2.1).

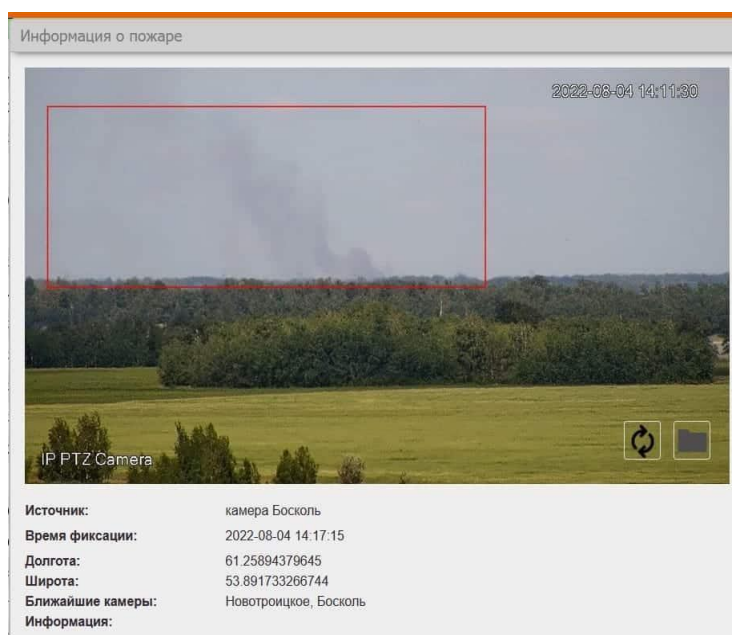


Рисунок 2.1 - Снимок с камер видеонаблюдения Orman AI

8 июня 2023 года на территории природного резервата "Семей орманы" вспыхнул лесной пожар. Тогда спасатели заверили, что угрозы населенным пунктам нет (рис 2.2).



Рисунок 2.2 - Снимок NASA фиксация очагов возгорания 8 июня



Рисунок 2.3 Снимок NASA распространение огня с запада на восток 9 июня, 2023 г.

11 июня 2023 года сильное задымление стало причиной эвакуации жителей села Булак и Озерского сельского округа в Абайской области, находящихся вблизи лесного массива (рис 2.4). В этот же день президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев провёл воздушный осмотр пострадавших от пожаров территории.

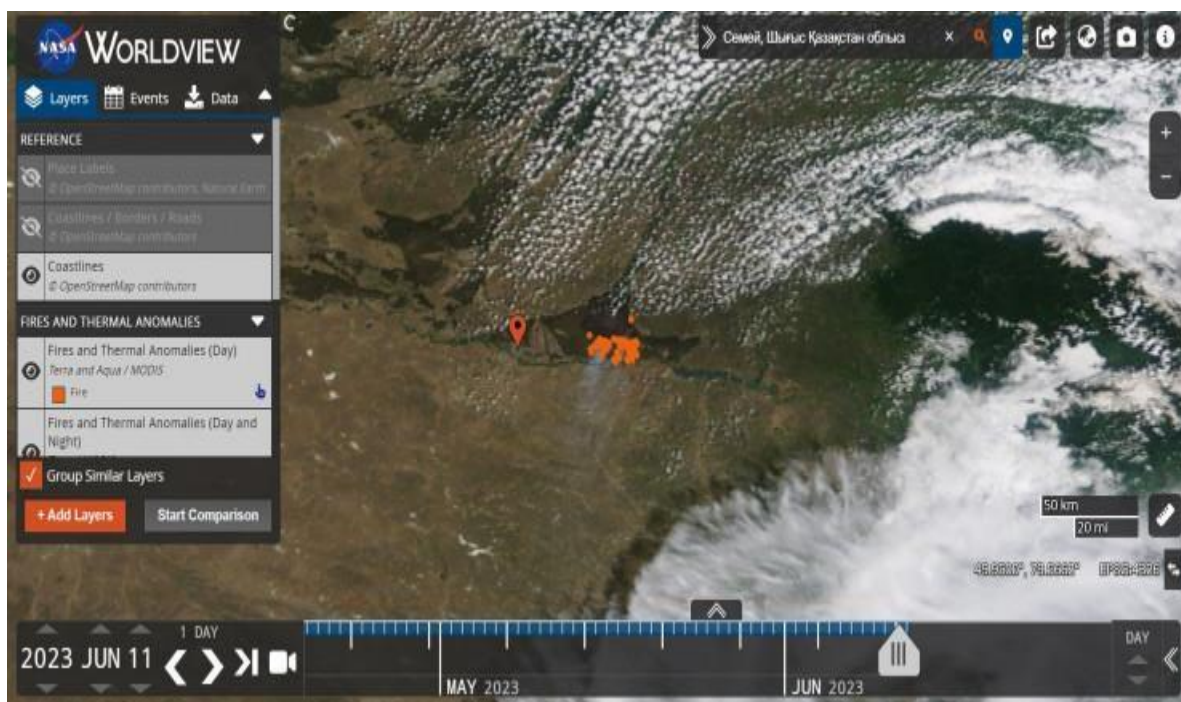


Рисунок 2.4 Снимок NASA сильное задымление на территории резервата 11 июня

В "Қазақстан Ғарыш Сапары" пояснили, что для оперативного обнаружения возможных очагов лесных и степных пожаров используется дистанционное зондирование Земли с применением данных термальных каналов, фиксирующих температуру поверхности. В настоящее время задействованы данные с четырех спутников: Aqua MODIS, Terra MODIS, Suomi NPP и NOAA, каждый из которых проводит съёмку территории Казахстана дважды в сутки.

«После пролета спутников данные передаются на наземную приёмную станцию, где их обрабатывают для выявления аномально высоких температур поверхности. Затем данные выгружаются на специальные геосервисы, доступные МЧС. Процесс приёма, обработки и публикации данных занимает около двух часов», - сообщили в компании. В Абайской области продолжают тушить масштабные лесные пожары. Всего в результате стихии, по последним данным, погибло 14 человек. Все они — сотрудники местного лесничества. По факту пожара начато досудебное расследование по части 3 статьи 292 Уголовного кодекса РК «Нарушение требований пожарной безопасности, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц», сообщила пресс-служба департамента полиции Абайской области.

2.2. Методика сбора и анализа данных с использованием ГИС-технологий

Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой комплексные программно-аппаратные решения, предназначенные для сбора, хранения, обработки, анализа и наглядного представления пространственно-координированных данных и связанной с ними атрибутивной информации. ГИС оперируют геоданными, которые являются фундаментальной основой для функционирования таких систем. Современные ГИС включают в себя широкий инструментарий для проведения анализа пространственных данных в сочетании с их атрибутивными характеристиками. Геоданные, как правило, имеют двухкомпонентную структуру, состоящую из координатной и атрибутивной составляющих (рис 2.5, 2.6).



Рисунок 2.5 – Космоснимок природного резервата 22.05.2023



Рисунок 2.6 – Космоснимок природного резервата 15.06.2023

В качестве исходных данных ДЗЗ были выбраны снимки Sentinel 2 L2A. На данных космоснимках прекрасно можно увидеть разницу состояния природного

резервата и сделать дальнейших анализ данных состояния растительного покрова территории.

ПО ArcMap Pro это программное обеспечение, которое предоставляет широкие возможности для анализа геопространственных данных. Одной из важных функций является расчёт индексов растительности, таких как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) и NBR (Normalized Burn Ratio) NDVI используется для оценки плотности и состояния растительности, основываясь на различиях в отражательной способности растительности в красном и ближнем инфракрасном спектрах. Для расчёта NDVI вам понадобятся данные спутниковых изображений с каналами, соответствующими красному (Red) и ближнему инфракрасному (NIR) диапазонам.

1) Импорт данных: Открываем ArcMap Pro и импортируем спутниковые изображения (рис 2.7)

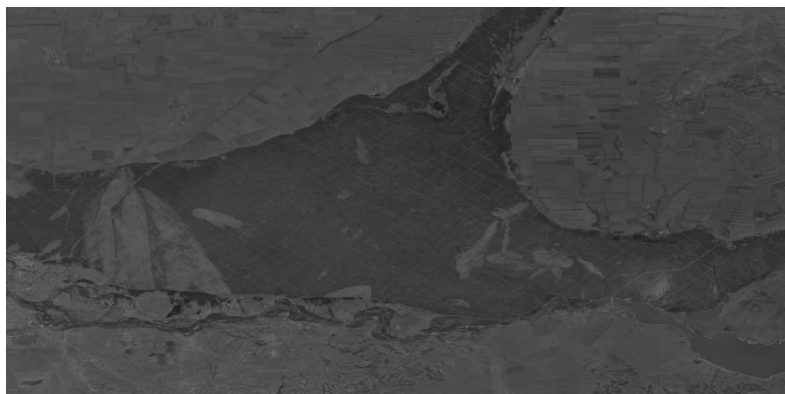


Рисунок 2.7 – Импорт спутникового изображения в ПО ArcMap Pro

2) Открываем инструмент "Raster Calculator" во вкладке "Analysis" и выбираем "Raster Calculator" в панели инструментов (рис 2.8).

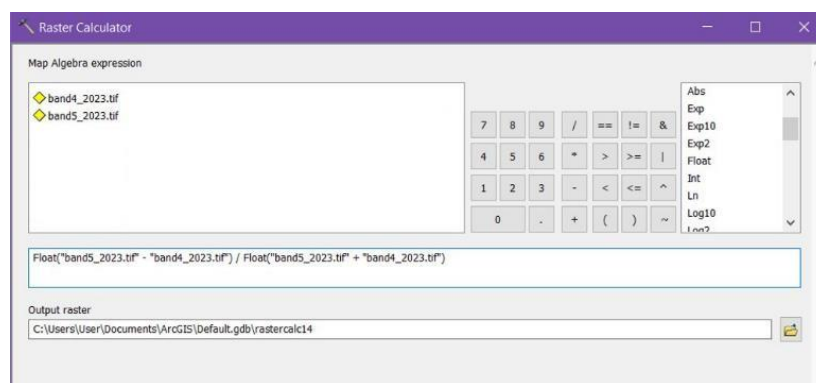


Рисунок 2.8 – Загружаем растры в растровый калькулятор в ПО ArcMAP

Ввод формулы NDVI: В окне «Raster Calculator» введем следующую формулу:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

Где NIR — ближний инфракрасный канал (0,85-0,88 мкм)

RED — красный канал (0,63-0,68 мкм)

После чего получаем результат показанный на рисунках 2.9 - 2.10.

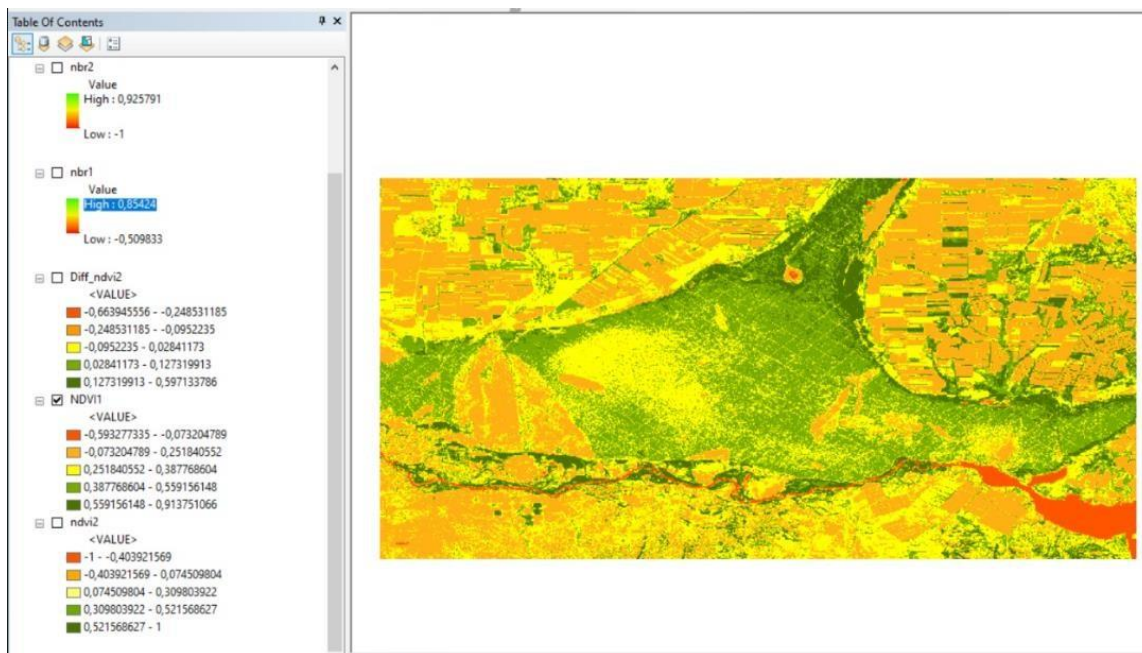


Рисунок 2.9 – Результат NDVI до пожара

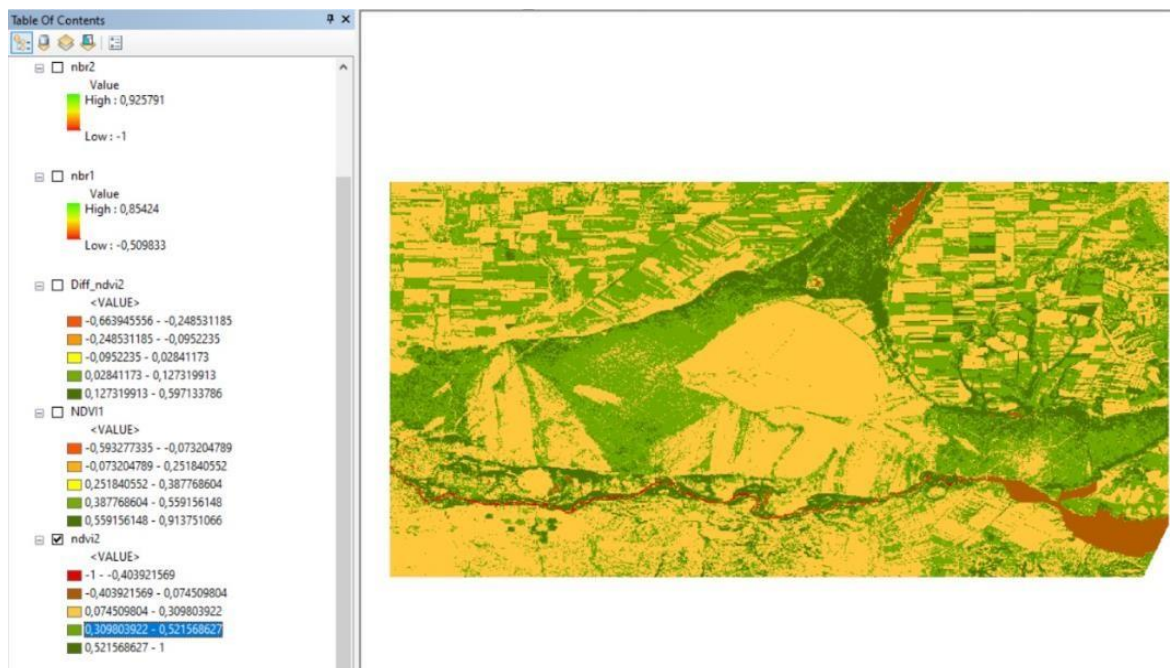


Рисунок 2.10 – Результат NDVI после пожара



Рисунок 2.11 – Значения показателя индекса NDVI

Далее в тот же растровый калькулятор вводим формулы для расчета индекса NBR:

$$NBR = (NIR - SWIR)/(NIR + SWIR) \quad (1)$$

Где NIR — ближний инфракрасный канал (0,85-0,88 мкм)

SWIR — коротковолновой инфракрасный (2,1-2,3 мкм).

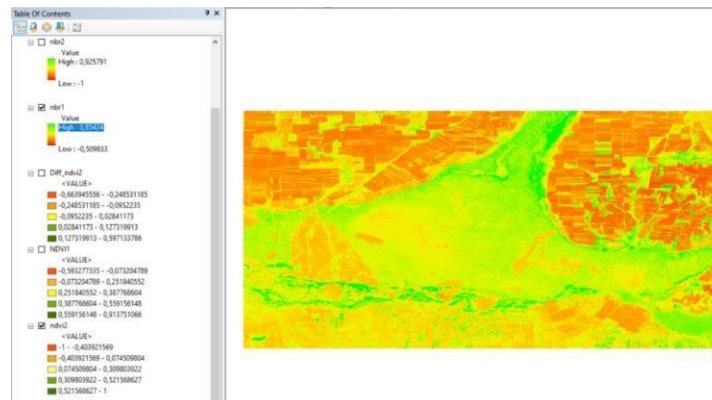


Рисунок 2.12 – Результат NBR до пожара

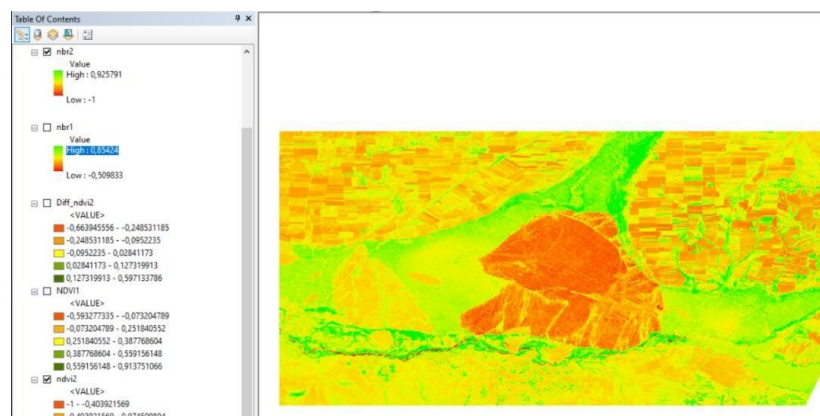


Рисунок 2.13 – Результат NBR после пожара

Вегетационные индексы, рассчитываемые на основе данных многозональной космической съемки, широко используются для решения различных геоэкологических задач оценки состояния лесных экосистем и целых ландшафтов, мониторинга и картографирования пожаров, изучения техногенного химического воздействия на растительный покров, оценки урожайности сельскохозяйственных угодий и других. Наиболее часто применяются такие индексы, как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который служит количественным показателем фотосинтетически активной биомассы; NBR (Normalized Burn Ratio), чувствительный к содержанию влаги в растениях и отражающие стрессовое состояние растительности.

Координатная часть геоданных определяет пространственное положение объекта в заданной системе координат. Она описывает географическую локализацию объекта.

Атрибутивная часть геоданных содержит набор непространственных характеристик (атрибутов), определяющих смысловую нагрузку и свойства объекта. Атрибуты могут быть выражены качественными или количественными значениями и раскрывают семантическое содержание пространственного объекта.

Таким образом, ГИС представляют собой системы для работы с пространственно атрибутивной информацией, позволяющие эффективно собирать, хранить, обрабатывать, анализировать и визуализировать геоданные для решения широкого спектра задач. Данные в геоинформационных системах описывают, как правило, реальные объекты, такие как дороги, здания, водоемы, лесные массивы. Реальные объекты можно разделить на две абстрактные категории: дискретные (дома, территориальные зоны) и непрерывные.

Растровые данные хранятся в виде наборов величин, упорядоченных в форме прямоугольной сетки. Ячейки этой сетки называются пикселями. Наиболее распространенным способом получения растровых данных о поверхности Земли является дистанционное зондирование, проводимое при помощи спутников и БПЛА. Хранение растровых данных может осуществляться в графических форматах, например TIFF или JPEG.

Векторные данные обычно имеют намного меньший размер, чем растровые. Их легко трансформировать и проводить над ними бинарные операции. Векторные данные позволяют проводить различные типы пространственного анализа, к примеру поиск кратчайшего пути в дорожной сети. Наиболее распространёнными типами векторных объектов являются точки, полилинии (ломаные), полигоны (многоугольники).

Среди операций пространственной статистики в ГИС выделяют: статистическую обработку атрибутов, описательную статистику выборки, работу с базами атрибутивной информации, а также расширенные операции пространственной статистики. Статистическая обработка атрибутов позволяет

выполнять расчет значений новых атрибутивных полей на основе существующих. Функции описательной статистики выборки дают возможность рассчитывать основные статистические показатели (максимум, минимум, среднее и т. д.) массива атрибутивных данных векторных объектов.

Геоинформационный анализ и прогнозирование играют важную роль в снижении уровня неопределенности при принятии решений в различных областях, таких как лесоводство, медицина, энергетика и многие другие. ГИС не только позволяют создавать карты, но и предоставляют инструменты для анализа пространственных данных, включая регрессионный анализ.

Пространственный регрессионный анализ в ГИС имеет свои особенности, учитывающие специфику географических данных:

1. Пространственная автокорреляция: это явление, когда значения переменных в близлежащих географических точках более похожи друг на друга, чем значения в точках, расположенных дальше. Это может привести к нарушению предположения о независимости наблюдений в традиционных регрессионных моделях. Методы, такие как модель авторегрессии пространственных лагов (Spatial Lag Model) или модель ошибок с пространственной автокорреляцией (Spatial Error Model), предназначены для учета этой автокорреляции.

2. Географическое непостоянство явлений: это означает, что зависимость между переменными может меняться в пространстве. Это явление также называется гетерогенностью или нестационарностью. Методы, такие как географически взвешенный регрессионный анализ (Geographically Weighted Regression, GWR), позволяют моделировать локальные изменения в зависимостях между переменными.

При построении пространственной регрессионной модели важно учитывать эти особенности, чтобы обеспечить более точные и надежные прогнозы. Не существует универсального метода, который бы идеально подходил для всех типов пространственных данных, поэтому выбор метода зависит от конкретных характеристик данных и задач анализа.

Дополнительные методы для улучшения анализа: Кластерный анализ: может помочь в идентификации групп или кластеров схожих географических объектов, что может быть полезно для сегментации данных перед регрессионным анализом.

Факторный анализ: может использоваться для выявления скрытых факторов или для уменьшения размерности данных, что может упростить регрессионную модель и сделать ее более интерпретируемой.

Внедрение этих дополнительных методов в процесс регрессионного анализа может повысить его эффективность и помочь в решении проблемы адаптации регрессионных методов к особенностям пространственных данных.

Однако это требует тщательного теоретического обоснования и понимания специфики анализируемых данных.

В заключение, использование ГИС для регрессионного анализа пространственных данных является сложной задачей, требующей учета специфических характеристик этих данных. Разработка и применение специальных методов, таких как пространственная авторегрессия и географически взвешенный регрессионный анализ, а также интеграция с кластерным и факторным анализом, могут значительно улучшить качество моделирования и прогнозирования в ГИС.

2.3. Интерпретация результатов ГИС-анализа

Использование геоинформационных систем (ГИС) значительно облегчает процесс принятия решений в различных областях, от повседневных бизнес-задач до управления глобальными кризисами. Трудно найти индивидуального предпринимателя или крупный сектор промышленности, которые не извлекали бы выгоду из преимуществ ГИС-карт.

Пространственный анализ территорий с помощью ГИС позволяет:

- Оценивать пригодность мест для коммерческих проектов;
- Выявлять изменения в окружающей среде и социальных структурах;
- Отслеживать тенденции и их развитие;
- Оценивать риски и их потенциальные последствия;
- Разрабатывать стратегии для предотвращения негативных воздействий.

Спутниковое наблюдение за удаленными и труднодоступными районами, в сочетании с программным обеспечением и методами пространственного анализа, обеспечивает обработку данных с быстротой и точностью, недоступной для ручного анализа

Пространственный анализ в ГИС – это процесс, включающий интерпретацию, исследование и моделирование данных, начиная с сбора информации и заканчивая ее пониманием. Результаты обрабатываются с помощью программ для анализа геоданных и классифицируются в зависимости от объема и сложности задач. Начальный уровень анализа может быть визуальным, а более углубленный подход требует использования специализированных инструментов для детальной аналитики, что позволяет делать важные практические заключения.

Примеры применения пространственного анализа в ГИС включают:

- Определение расстояний и геометрических характеристик объектов;
- Планирование и мониторинг транспортных маршрутов;

Установление связей между различными объектами, событиями и территориальными зонами путем сопоставления их местоположения на

географических картах, включая как текущие, так и исторические данные. Процесс проведения пространственного анализа обычно состоит из пяти основных фаз: установление цели, подготовительная работа с данными, выбор аналитических методов, выполнение анализа и интерпретация результатов. Первым шагом является четкое определение задач и целей анализа. Затем следует подготовить данные, которые будут использоваться в процессе анализа. После этого необходимо выбрать наиболее подходящие методы и подходы для исследования, основываясь на поставленных целях. Далее проводится сам анализ, а полученные результаты затем интерпретируются и оцениваются на предмет достижения первоначальных целей. Одной из важных характеристик пространственного анализа и моделирования является его адаптивность. Можно свободно комбинировать различные наборы данных, получая различные результаты в зависимости от конкретных задач. Пространственный анализ геоданных применяется в различных областях, таких как сельское хозяйство, лесное хозяйство, морские исследования, добыча нефти и газа, горнодобывающая промышленность, демографические исследования, экономика и другие сферы деятельности. Например, в сельском хозяйстве он используется для анализа плотности растительности, влажности и температуры почвы, состояния посевов и т.д., что позволяет фермерам более эффективно управлять своими ресурсами, включая применение химических средств.

В лесной промышленности пространственный анализ помогает в обнаружении деградации лесов и прогнозировании лесных пожаров на основе температурных показателей. В области океанологии он используется для выявления разливов нефти, а в демографических исследованиях для анализа наличия и доступности образовательных и медицинских учреждений. Пространственный анализ в ГИС также оказывается полезным для оптимизации маршрутов транспортировки в логистике, выбора оптимального местоположения для розничных магазинов и для быстрого реагирования спасательных служб на кризисные ситуации. При решении сложных задач с помощью пространственного анализа в ГИС важно разбить их на более простые и конкретные подзадачи. Спутниковые снимки изначально имеют так называемые “сырые” значения яркости DN (digital numbers). Этот формат данных не позволяет правильно провести сравнительный пространственный анализ данных, полученных из разных источников. По этой причине в пространственном анализе применяется спектральная (или радиометрическая) коррекция для приведения цифровых чисел к физически значимым единицам, то есть фактическим значениям коэффициента отражения или излучения поверхности.

Радиометрическая Коррекция Атмосферных Эффектов Качество спутниковых снимков также зависит от атмосферных условий, которые уменьшают силу сигнала и от датчика, и от исследуемого объекта. Рассеивание

из-за атмосферных аэрозолей (пыли, дождя, тумана, диоксида углерода, метана и др.), а также поглощение радиации и облачность являются главными факторами, которые влияют на яркость пикселей и потому требуют дополнительной коррекции. Пространственный анализ располагает различными методами снижения влияния атмосферных явлений, например, расчеты на основе снимков или моделирование. Математические приемы подразумевают моделирование различных атмосферных условий, в зависимости от времени года, погодных условий, аэрозолей и т. д. Кроме того, оптические свойства водных объектов схожи со свойствами абсолютно черных тел в красном и инфракрасном диапазоне. С учетом этого, выполняющий геопространственный анализ специалист может легко различить облака и дымку на фоне моря.

Восстановление Недостающих Пикселей Некоторая информация, необходимая для проведения пространственного анализа, может отсутствовать вследствие ошибок системы во время получения и передачи данных, инверсионных следов самолетов и других факторов. Самый распространенный способ восстановить пропущенные строки для пространственного анализа данных – это взять пиксели из соседних строк и рассчитать их среднее значение. Такое замещение имеет погрешности, но упрощает дальнейшую интерпретацию данных.

Усиление Контраста (Контрастирование) Контрастность в фотографии – это разница минимального и максимального освещения, или яркости и насыщенности цвета, благодаря которой можно выделить объект и его контуры на определенном фоне. Низкая контрастность – типичная проблема, которую часто приходится исправлять. В частности, контуры для пространственного анализа и моделирования можно усилить путем визуального дешифрования изображений.

3 Оценка и последствия лесных пожаров в Абайской области

3.1 Оценка масштабов и последствий пожаров

Пожары в Абайской области обычно возникают в результате сухих погодных условий, высокой температуры и человеческой деятельности. Для оценки масштабов пожаров используются различные методы и инструменты, включая спутниковую съемку, аэрофотосъемку, географические информационные системы и др.

Спутниковая съемка позволяет определить площадь, на которой происходят пожары, и контролировать их распространение. Также с помощью спутниковых данных можно оценить интенсивность пожаров и выделение дыма, что имеет важное значение для прогнозирования воздействия на окружающую среду.

Аэрофотосъемка позволяет получить более детальные и точные снимки пожарных очагов и участков поврежденной территории. Это полезный инструмент для оценки ущерба, а также для планирования мер по ликвидации последствий пожаров.

Географические информационные системы позволяют интегрировать данные о пожарах, ландшафте и климате, что обеспечивает более полное представление о масштабах пожаров и их влиянии на окружающую среду.

Экологические последствия:

Пожар, охвативший Абайскую область, привлек внимание к серьезным экологическим последствиям, которые он вызвал. Масштабные пожары уничтожили несколько тысяч гектаров лесных массивов и степных угодий, нанося значительный ущерб окружающей среде. Эти последствия оказали негативное влияние на качество воздуха и воды, а также на сохранение среды обитания разнообразных видов животных.

Воздушная среда подверглась воздействию различных факторов. Пожар вызвал значительное увеличение выбросов парниковых газов, таких как углекислый газ и метан, что усугубило проблему климатических изменений. Дым и пепел, образовавшиеся в результате пожара, существенно загрязнили воздух, что привело к ухудшению его качества и угрозе для здоровья населения. Повышенный риск респираторных заболеваний, вызванных вдыханием дыма и загрязненного воздуха, стал серьезной проблемой для местного населения.

Водная среда также пострадала от последствий пожара:

Пепел и зола, перенесенные водными потоками, загрязнили водоемы, что привело к снижению качества воды и повышенному риску водных инфекций.

Уничтожение растительного покрова и изменение гидрологического режима водных бассейнов привели к уменьшению запасов пресной воды, что может негативно отразиться на доступе к водным ресурсам региона.

Биоразнообразие также пострадало от пожаров. Множество видов животных и растений потеряли свою природную среду обитания в результате пожаров, что привело к серьезным последствиям для биоразнообразия региона.

Уничтожение среды обитания и сокращение пищевых ресурсов привели к снижению численности популяций животных, а также к увеличению риска исчезновения редких и уязвимых видов.

Экономические последствия. Пожар в Абайской области не только повлек за собой экологические проблемы, но и нанес серьезный ущерб экономике региона. Огонь уничтожил несколько жилых домов и хозяйственных построек, а также нанес повреждения инфраструктуре.

Население столкнулось с непосредственными потерями. Уничтожение домов и имущества стало ощутимым для местных жителей, которые потеряли свои жилища и средства к существованию. Пожар также привел к потере урожая и скота, что повлекло за собой серьезные экономические проблемы для сельскохозяйственных предприятий.

3.2 Влияние пожара на ландшафт и экосистему Абайской области

Изменения в растительном покрове. Пожар в Абайской области привел к уничтожению значительной части лесов и степей. В результате пожара были уничтожены сотни гектаров хвойных и лиственных лесов, а также степные травы и кустарники. Это привело к изменению видового состава растительности и снижению биоразнообразия.

На месте сгоревших лесов появились открытые пространства, которые подвержены эрозии почвы и ветровой эрозии. Это может привести к опустыниванию региона, если не будут приняты меры по восстановлению растительного покрова.

Изменения в почве. Пожар привел к уничтожению органического вещества в почве, что снизило ее плодородие. Также пожар привел к увеличению эрозии почвы, что может привести к дальнейшему снижению ее плодородия и продуктивности.

Изменения в гидрологии. Пожар привел к уменьшению инфильтрации воды в почву, что увеличило поверхностный сток. Это может привести к уменьшению запасов пресной воды в регионе, а также к увеличению риска наводнений.

Влияние на животный мир. Пожар привел к уничтожению среды обитания для многих видов животных. Это привело к снижению численности популяций животных, а также к увеличению риска исчезновения редких видов.

Многие животные, которые смогли спастись от огня, потеряли свои дома и источники пищи. Это может привести к дальнейшему снижению численности популяций животных в регионе.

Влияние на экосистему. Пожар привел к нарушению экологического баланса в регионе. Это может привести к дальнейшему снижению биоразнообразия и продуктивности экосистемы. Также пожар может привести к увеличению выбросов парниковых газов, что может усугубить глобальное потепление.

3.3 Рекомендации по предотвращению и минимизации последствий будущих пожаров

Предотвращение пожаров

Усиление мер пожарной безопасности в лесах и степях:

Создание противопожарных полос: Противопожарные полосы представляют собой полосы без растительности, которые служат барьером для распространения огня. Необходимо создать сеть противопожарных полос вокруг населенных пунктов, лесных массивов и других объектов, подверженных риску возникновения пожаров.

Установка пожарных вышек: Пожарные вышки позволяют наблюдать за территорией и своевременно обнаруживать возгорания. Необходимо установить сеть пожарных вышек в местах с высокой пожарной опасностью.

Проведение регулярных патрулей: Регулярные патрули позволяют своевременно обнаруживать и ликвидировать возгорания. Необходимо организовать патрулирование лесов и степей в пожароопасный период.

Проведение просветительской работы среди населения. Информирование о правилах пожарной безопасности. Необходимо информировать население о правилах пожарной безопасности, в том числе о том, как разводить костры, как тушить костры и как обращаться с огнем в лесу и степи. Проведение обучающих семинаров для населения по правилам пожарной безопасности. Распространение информационных материалов о пожарной безопасности, в том числе листовки, брошюры и видеоролики.

Увеличение финансирования пожарных служб:

- Приобретение необходимого оборудования: необходимо приобрести необходимое оборудование для пожарных служб, в том числе пожарные машины, вертолеты и беспилотники.

- Обучение персонала: обучать персонал пожарных служб современным методам тушения пожаров.

- Повышение заработной платы: необходимо повысить заработную плату пожарным, чтобы привлечь и удержать квалифицированных специалистов.

Минимизация последствий пожаров.

Создание системы раннего обнаружения пожаров. Установка камер видеонаблюдения. Камеры видеонаблюдения позволяют наблюдать за территорией и своевременно обнаруживать возгорания. В основном устанавливаются сеть камер видеонаблюдения в местах с высокой пожарной опасностью. Установка датчиков дыма. Датчики дыма позволяют обнаруживать возгорания на ранней стадии. Чаще всего датчики дыма ставят в лесах и степях. Использование беспилотников. Беспилотники могут использоваться для наблюдения за территорией и обнаружения возгораний. Таким образом можно использовать беспилотники для патрулирования лесов и степей в пожароопасный период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном мире стихийные бедствия представляют собой серьезную угрозу для человеческого покоя и имущества, так как они могут случиться в любое время и место, принося большие потери. Важным аспектом безопасности и экономического развития является способность предсказывать, предотвращать и управлять стихийными бедствиями. В данной дипломной работе рассматривается, как ГИС технологии и программное обеспечение ArcGIS могут быть полезными в этих задачах.

Примеры применения этих технологий представлены на случаях пожара в Абайской области демонстрируя изменение географической обстановки, способствовавшего прогнозированию, предотвращению и управлению стихийными бедствиями. Хотя в работе были рассмотрены только один тип стихийного бедствия, технологии ГИС могут быть использованы и для других видов стихийных бедствий, таких как наводнения, ураганы, оползни и т.д. Сейчас ГИС технологии и ArcGIS могут использоваться правительством для повышения безопасности населения и экосистемы страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ипалаков Т.Т. и Дранникова Ж.А. “Современное применение ГИС технологий для управления территорией (предупреждения и ликвидации последствий ЧС)”. Восточно Казахстанский Государственный Технический Университет им. Д. Серикбаева. 2012 - 159 с.
2. Информбюро, “Пять казахстанских пожаров, вспламенивших общественный резонанс”. 2022г. URL: <https://informburo.kz/stati/pyat-kazaxstanskix-pozarov-vozpamenivsix-obshhestvennyi-rezonans>.
3. Кокшетауский технический институт КЧС МВД РК. “Анализ и оценка пожарных рисков в Республике Казахстан”. 2016 URL: http://agz.edu.kz/public/uploads/BIBL_RMEB/Pozh_risky.pdf.
4. Министерство Чрезвычайных Ситуаций РК, 2022. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/emer/documents/1?directions=1751&lang=ru>.
5. НК КФС. “Космический мониторинг чрезвычайных ситуаций на территории РК на основе данных ДЗЗ”. URL: <https://km.gharysh.kz/geoservices?token=chs>.
6. Портал для работы с космоданными URL: <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/>.
7. Мавлютов, А.Р., Выдрин, Д.Ф. и Мавлютов А.Р. “Применение геоинформационных систем (ГИС) в области управления лесным хозяйством”. *Уфимский государственный авиационный технический университет*. 2017-286с.
8. Amiri, M., Abdollahzadeh, G., Barforooshi, M., and Haghghi, F. “The vulnerability and crisis management of Babil city under the impact of earthquakes using ArcGIS software”. *JCE*, 7(4): doi:10.22065/JSCE.2018.121510.1491 2021 - 62-77с.
9. Kalbokidis, K., Athaasis, N., Gaglirdi, F., Karaiannis, F., Palaiogou, P, Parastidis, S., and Vasilakos, C. “Virtual Fire: A webbased GISplatform for forest fire control”. *Ecological Informatics*, 1: - C. 2013. 62-69 с.
10. Krishnmoorthi, N. “Role of Remote Sensing and GIS in Natural Disaster Managment Cycle”. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, vol. 2(3) 2016 - 175 с.
11. Kriegler, F.J., Malila, W.A., Nalepka, R.F. and Richardson, W., 1969, Preprocessing transformations and their effect on multispectral recognition, in: *Proceedings of the sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment*, University of Michigan, Ann Arbor, MI, pp. 97-131.

Приложение А

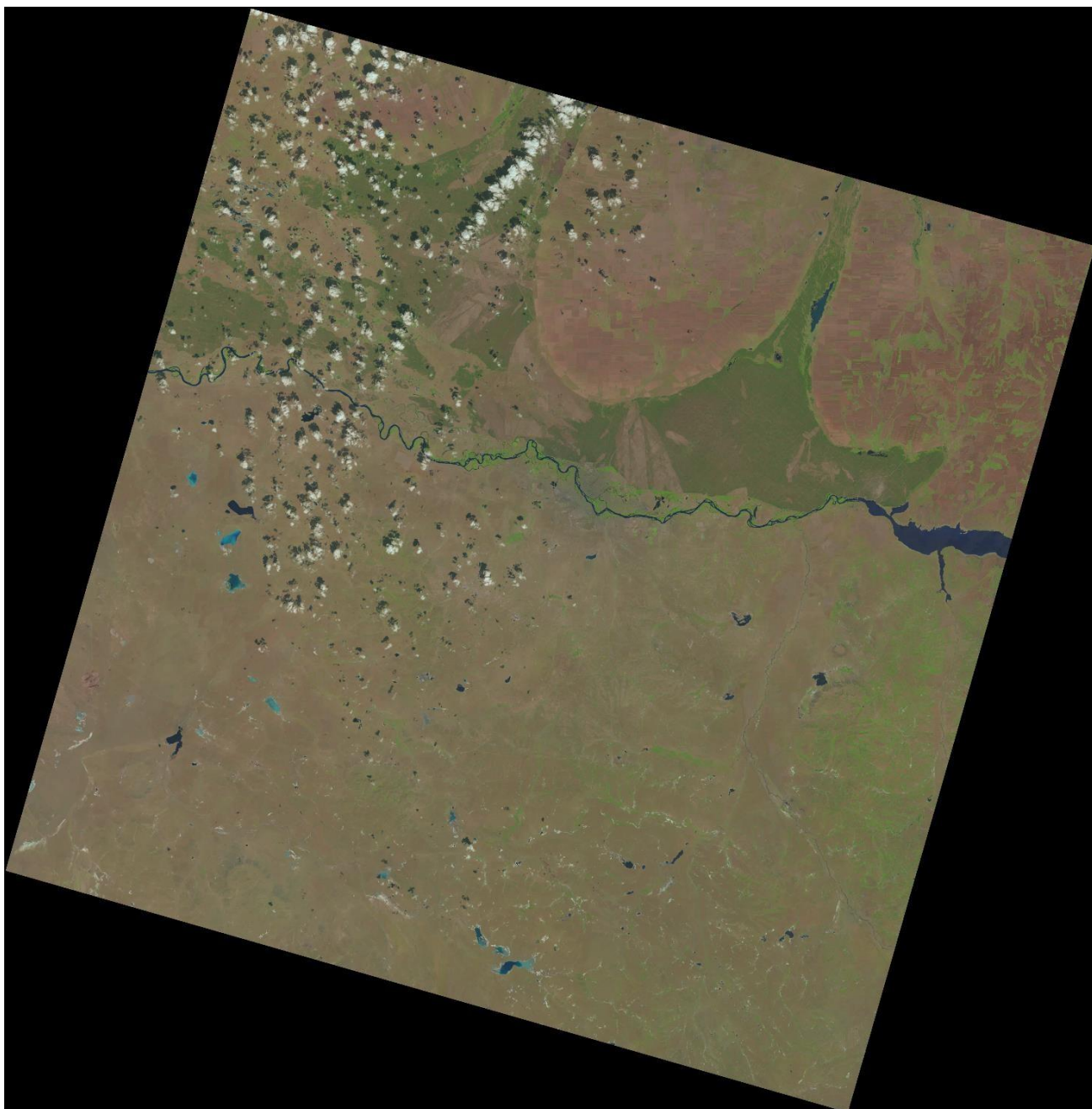


Рисунок А.1 – Необработанный космоснимок 22.05.2023 со спутника Sentinel
(Источник: <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/>)

Приложение Б

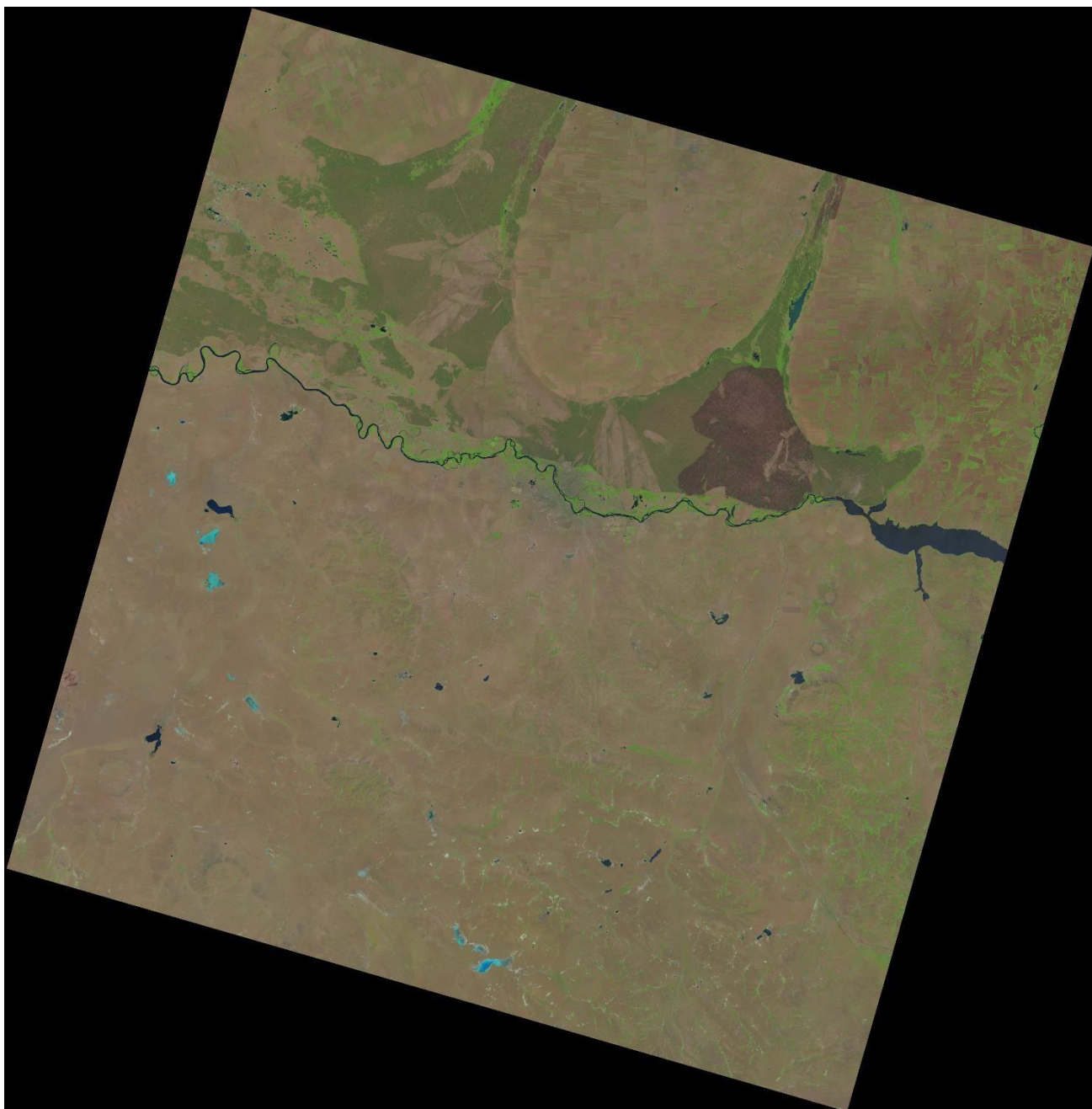


Рисунок Б.1 – Необработанный космоснимок 15.06.2023 со спутника Sentinel
(Источник: <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/>)

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ан Дмитрий

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ДР Ан Дмитрий

Научный руководитель: Хайни-камаль Касымканова

Коэффициент Подобия 1: 0.8

Коэффициент Подобия 2: 0.6

Микропробелы: 9

Знаки из других алфавитов: 0


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


Хайни-камаль Касымканова
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Ан Дмитрий

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ДР Ан Дмитрий

Научный руководитель: Хайни-камаль Касымканова

Коэффициент Подобия 1: 0.8

Коэффициент Подобия 2: 0.6

Микропробелы: 9

Знаки из других алфавитов: 0

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



Заведующий кафедрой

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломную работу

Ан Дмитрия Витальевича

6B07303-Геопространственная цифровая инженерия

Тема: «Оценка последствий лесных пожаров на территории Восточно-Казахстанской области с помощью ГИС-технологий»

Тема выпускной квалификационной работы является актуальной и имеет важное практическое применение.

В данной работе представлены возможности использования ГИС-технологий для отслеживания и анализа последствий лесных пожаров, а также позволяют оценить ущерб и обеспечить оперативное реагирование на чрезвычайные ситуации. При написании дипломного проекта студент Ан Дмитрий проявил самостоятельность, показал достаточный уровень навыков работы с теоретическими и практическими материалами.

Дипломный проект соответствует требованиям высшего учебного заведения и допускается к защите, а его автор Ан Дмитрий заслуживает присвоения квалификации бакалавра техники и технологии по специальности 6B07303-Геопространственная цифровая инженерия и оценки отлично (90%).

Научный руководитель
д.т.н, профессор



Касымканова Х.М.

«3» июня 2024 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Ан Дмитрий Витальевич
(Ф.И.О. обучающегося)

Специальность 6В07303 «Геопространственная цифровая инженерия»
(шифр и наименование ОП)

На тему: «Оценка последствий лесного пожара на территории Восточно-Казахстанской
области с помощью ГИС-технологий»

Выполнено:

- а) графическая часть на 21 листах
- б) пояснительная записка на 33 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Актуальность дипломной работы обусловлена тем, что использование возможностей ГИС-технологий для мониторинга и анализа последствий пожаров смогут помочь оценить ущерб и оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации.

Выпускная квалификационная работа полностью соответствует предъявленным требованиям и выданному заданию. Пояснительная записка состоит из введения и основных частей, заключения, списка использованной литературы.

Во введении отражена актуальность темы дипломной работы, приведены цели и задачи. В каждой из глав хорошо рассмотрены и раскрыты тема дипломной работы.

Дипломная работа выполнена на соответствующем теоретическом и практическом уровнях, исследование темы выполнено в полном объеме и соответствует требованиям.

Оценка работы

Рецензируемая дипломная работа полностью отвечает требованиям государственного стандарта, рекомендована к защите и заслуживает оценки «Отлично» (90%), а автор заслуживает присвоения квалификации бакалавра по образовательной программе 6В07303 - «Геопространственная цифровая инженерия».

Рецензент

Старший научный сотрудник
ТОО «Институт Ионосферы»
(должность, учреждение, адрес)

УРАЛИЕВ
(подпись)
И.С.ДРОВ

Уразалиев Асет Сейсенбекович

2024 г.

