

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Горно-металлургический институт имени А.О. Байконурова

Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

Бақытжан Әсел Асылбекқызы

«Анализ изменения русла реки Есиль по данным дистанционного зондирования
Земли»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

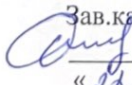
Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К. И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой МДиГ, PhD

 Э.О. Орынбасарова.

« 22 » 06 2023 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Анализ изменения русла реки Есиль по данным дистанционного зондирования
Земли»»

6B07304 - Геопространственная цифровая инженерия

Выполнила


Бақытжан Әсел Асылбекқызы

Рецензент

Научный руководитель

Старший преподаватель,
КазНАИУ кафедры
«Земельные ресурсы и кадастр»

м.т.н.
Кенесбаева А.

 Жаптыева М.

« 22 » 06 2023 г.

« 21 » 06 2023 г.

РЕЦЕНЗИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ
КАЗНАИУ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА
КАФЕДРА «ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И КАДАСТР»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева

Институт Горно-металлургический имени О.Байконурова
Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»
6B07304 - Геопространственная цифровая инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедры МДиГ

Доктор PhD, ассоц. проф

Орынбасаровна Э. О.

«22» 06 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающейся: Бақытжан Әсел Асылбекқызы

Тема: Анализ изменения русла реки Есиль по данным дистанционного зондирования Земли

Утверждена приказом проректора по академическим вопросам №408-П/Ө от "23" 11 2022г.

Срок сдачи законченной работы: « » июля 2023г.

Исходные данные к дипломному проекту: Программный продукт QGIS

Краткое содержание дипломного проекта:

Подбор и исследование космических снимков;

1. *Выделение водных объектов и расчет индексов MNDWI и WRI*
2. *Оформление графической части в программе QGIS;*
3. *Изучение основы безопасности производства геодезических работ.*

Рекомендуемая основная литература:

1. *Google Earth engine Timelapse сервис по интервальной съемке Земли за последние годы*
2. *Метеорология и гидрология ОГИЗ-Сельхозиздат, 2009. 57 стр.*
3. *Маслов А.В. Геодезия. М [Текст]: Колос, 2007.449-462 стр.*






ГРАФИК

подготовки дипломного проекта


Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Срок представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Исследование изменения береговой линии реки Есиль за 5 лет	С 23.02.2023 по 2.03.2023	
Подбор и обработка космических снимков	С 10.03.2023 по 24.03.2023	
Расчет индексов MNDWI и WRI	С 25.03.2023 по 28.03.2023	
Обрезка космических снимков, выделение водных объектов и преобразование в растры	С 3.04.2023 по 21.04.2023	

Подписи

консультантов и нормоконтроллера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Исследование изменения береговой линии реки Есиль за 5 лет	м.т.н, старший препод Кенесбаева А.	3.03.2023	
Подбор и обработка космических снимков	м.т.н, старший препод Кенесбаева А..	25.03.2023	
Расчет индексов MNDWI и WRI	д.т.н., профессор Кенесбаева А.	28.03.2023	
Обрезка космических снимков, выделение водных объектов и преобразование в растры	м.т.н, старший препод Кенесбаева А.	23.04.2023	
Нормоконтролер	м.т.н, старший препод. Кенесбаева А.	15.05.2023	

Научный руководитель  Кенесбаева А.

Задание принял к исполнению студент  Бақытжан Ә. А.

Дата « 23 » 06 2023 г.

АНДАТПА

Бұл диссертацияда ғарыштық суреттерді пайдалану арқылы жағалау сызығының мониторингін зерттеу қарастырылған. Мониторинг объектісі Есіл өзені болып табылады. Есіл өзенінің тайыздану проблемасы бірнеше ондаған жылдар бойы өзекті болып, экологиялық апат қаупін төндірді.

Мониторингтің мақсаты – Landsat 7 ETM+ және Landsat 8 OLI/TIRS спутниктерінен алынған спутниктік суреттерді пайдалана отырып, Есіл өзенінің жағалау сызығының жыл сайынғы өзгерістері мәселесі. Бұл зерттеудің мақсаты - бұл өзеннің ықтимал болашағын бағалау. Тапсырма негізінде, дипломдық жұмыс шеңберінде Жерді қашықтықтан зондтау деректері бойынша Есіл өзенінің арнасын зерттеу жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа содержит исследование мониторинга береговой линии по космическим снимкам. Объектом мониторинга является река Есиль. Проблема обмеления реки Есиль является актуальной уже несколько десятилетий и грозит экологической катастрофой.

Целевым назначением мониторинга является вопрос о ежегодном изменении береговой линии реки Есиль с использованием космических снимков полученных со спутников Landsat 7 ETM+ и Landsat 8 OLI/TIRS. Задача данного исследования состоит в оценке вероятного будущего данной реки. Исходя из поставленной задачи, в рамках дипломной 585 работы было проведено исследование русла реки Есиль по данным дистанционного зондирования Земли.

ANNOTATION

This thesis contains a study of coastline monitoring using space images. The object of monitoring is the Yesil River. The problem of the shallowing of the Yesil River has been relevant for several decades and threatens with an ecological catastrophe.

The purpose of the monitoring is the issue of annual changes in the coastline of the Yesil River using satellite images obtained from Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI/TIRS satellites. The purpose of this study is to assess the probable future of this river. Based on the task, within the framework of the thesis, a study of the Yesil River bed was carried out according to remote sensing data of the Earth.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Объект исследования	8
1.1 Физико-географическое описание и характеристика реки Есиль	8
1.2 Описание экологической проблемы	9
2 Методы исследования изменения береговой линии водных объектов	9
2.1 Методы мониторинга береговой линии по космическим снимкам	11
2.2 Методы выделения водных объектов на космических снимках	12
2.3 Программные продукты	13
3 Анализ изменения береговой линии реки Есиль	16
3.1 Подбор космических снимков	16
3.2 Отбор подходящих снимков	17
3.3 Предобработка космических снимков	18
3.4 Расчет индексов MNDWI и WRI	21
3.5 Обрезка космического снимка	24
3.6 Выделение водных объектов	26
3.7 Преобразование растра в вектор	28
3.8 Получение данных для анализа	30
3.9 Результат анализа	31
Заключение	32
Список литературы	33
Приложение	34

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря использованию дистанционного зондирования Земли, открываются новые возможности для исследования цвета водных объектов. Это достигается путем анализа спектра излучения, исходящего от воды. С помощью этого спектра и определенных алгоритмов можно получить информацию о концентрации оптически активных веществ в верхнем слое водного объекта.

Целью данного исследования является анализ изменений береговой линии реки Есиль на выбранном участке с использованием данных космической съемки, которые я взяла со спутников Landsat 7 ETM+ (и Landsat 8 OLI/TIRS). Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- Разработать технологию выделения водных объектов на космических снимках.
- Определить количественные характеристики русла реки.

Предоставить оценку будущего данной исследуемой реки с использованием данных дистанционного зондирования Земли.

Новизна данной работы заключается в методике изучения положения и состояния речки на основе материалов космической съемки. Для выполнения работы использовалось программное обеспечение QGIS.

Объект исследования Есиль – река в Казахстане и России, левый и самый длинный приток Иртыша. Длина – 2450 км, площадь водосборного бассейна – 177 000 кв.км (163.000 кв.км). Среднегодовой сток реки составляет около 2,5 куб.км. Устье Ишима находится по левому берегу Иртыша, на его 1016 километре. Река берет начало в невысоком горном массиве Низяева Казахского мелкосопочника у села Пришимское и на протяжении 775 км течёт на северо-запад, принимая ряд крупных притоков, стекающих с Кокшетауской возвышенности и с острогов гор Улытау. В верховьях течёт в основном в узкой долине, в скалистых берегах. Ниже Астаны долина расширяется, за Атбасаром направление на юго-запад.

Актуальность исследования береговой линии реки Есиль имеет большое значение для Казахстана.

Теоретическая и методологическая основа работы представлена разработанной методикой анализа береговой линии на основе разновременных мультиспектральных космических снимков. Эта методика имеет теоретическую и практическую значимость для специалистов, занимающихся дистанционным зондированием береговых линий водных объектов, а также может быть применена для решения экологических задач.

1 Объект исследования

Река Есиль (также известная как Ишим) является одной из крупнейших рек в Казахстане (Рисунок 1) и Сибири. Она протекает через территорию Казахстана, России и Китая. Есиль является притоком реки Иртыш и важной водной артерией для региона.



Рисунок 1 – Река Есиль

Река Есиль берёт своё начало на северных склонах Тянь-Шаня на территории Китая. Затем она протекает через Казахстан, пропуская такие города, как Нур-Султан (столица Казахстана), Кокшетау и Петропавловск. Далее река впадает в реку Иртыш на территории России. Река Есиль играет значительную роль в истории и культуре региона. Она служила важным путем сообщения для кочевых народов в прошлом, а также была частью торговых маршрутов. Вдоль реки расположены исторические памятники и археологические объекты.

1.1 Физико–географическое описание и характеристика реки Есиль

Река Есиль (Ишим) является крупной рекой в Центральной Азии, протекающей через Казахстан (Рисунок 2), Россию и Китай. Вот физико-географическое описание и характеристики реки Есиль:

– Расположение: Река Есиль берёт своё начало в Китае на северных склонах Тянь-Шаня. Затем она протекает через Казахстан, проходя через столицу Нур-Султан (Астана), а также города Кокшетау и Петропавловск. Далее река впадает в реку Иртыш на территории России.

– Длина и водосборный бассейн: Общая протяжённость реки Есиль составляет около 1 699 километров. В Казахстане река протекает на расстоянии

около 592 километров. Водосборный бассейн Есиля охватывает площадь около 177 000 квадратных километров.

– Геология: Река Есиль протекает через различные геологические формации, включая горные массивы, равнины и поймы. Она истекает из горных источников на высоте около 3 500 метров над уровнем моря и затем течёт через плоские равнины и холмистые области.

– Режим стока: Река Есиль имеет переменный режим стока в зависимости от времени года. Весной, в результате таяния снега и весеннего дождевого сезона, уровень воды значительно повышается. Летом и осенью река обычно имеет более низкий уровень стока.

– Биологическое разнообразие: Река Есиль поддерживает разнообразный биологический мир. В её водах обитает множество видов рыб, включая сазана, щуку, карпа и других.

– Вокруг реки располагаются разнообразные экосистемы, включая заросли речной растительности и зоны влажных угодий, которые являются местом обитания множества птиц и животных.

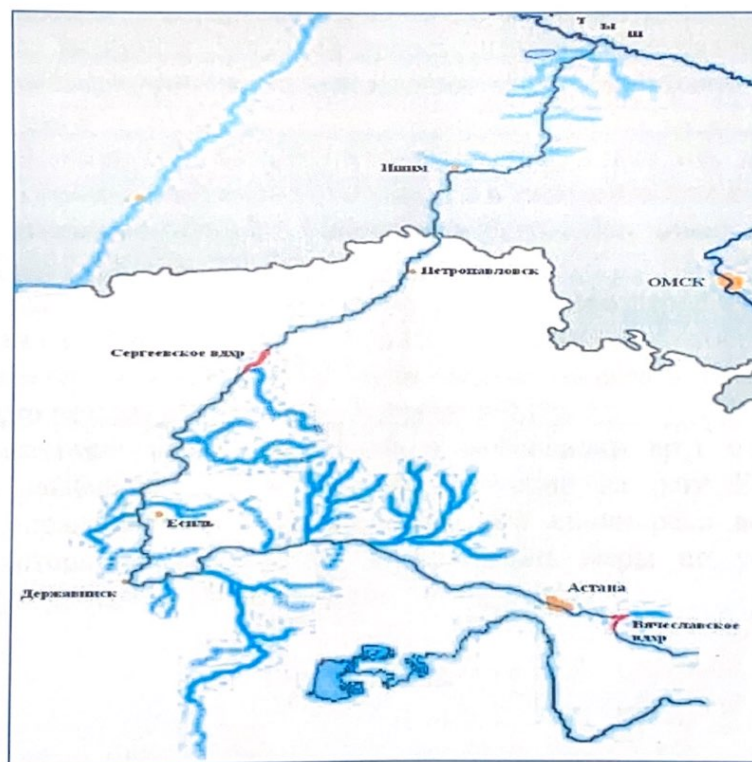


Рисунок 2 -Расположение реки Есиль

1.2 Описание проблемы

Изменение береговой линии реки Есиль может быть связано с несколькими проблемами, которые обычно возникают из-за различных природных и антропогенных факторов. Вот некоторые из них:

Эрозия берегов: Повышенная эрозия берегов может приводить к постепенному износу и смещению береговой линии реки Есиль. Эрозия может быть вызвана усиленным потоком воды, изменениями водного режима или человеческой деятельностью, такой как неправильное использование ресурсов реки или строительство на ее берегах.

Изменение гидрологического режима: Внесение изменений в гидрологический режим реки, таких как строительство плотин, изменение стока или регулирование воды, может привести к изменению уровня и направления течения реки. Это может вызывать смещение береговой линии и изменение ее геометрии.

Рост населения и развитие городов: Быстрый рост населения и неуправляемое развитие городов вдоль реки Есиль могут привести к изменению береговой линии. Застройка береговой полосы, неадекватное планирование и отсутствие устойчивых систем водоотведения могут усугублять проблему изменения берегов.

Изменение климата: Климатические изменения, такие как повышение уровня морей и океанов или увеличение частоты и интенсивности наводнений, могут вызвать изменение береговой линии реки Есиль. Это может привести к подтоплению береговых зон и смещению русла реки.

Неправильное использование ресурсов реки: Неконтролируемое или несбалансированное использование ресурсов реки, таких как отбор воды для сельского хозяйства или промышленности, может вызывать изменение ее гидрологического режима и влиять на береговую линию.

Данные факторы могут действовать в комбинации друг с другом и варьировать в зависимости от конкретной ситуации на реке Есиль. Для эффективного управления и сохранения береговой линии реки необходимо проводить мониторинг, планирование и принимать меры по устранению основных причин изменения береговой линии.

2 Методика исследования

2.1 Методы мониторинга береговой линии по космическим снимкам

Мониторинг береговой линии реки Есиль с использованием космических снимков может быть осуществлен с помощью различных методов и инструментов. Вот несколько из них:

Интерпретация оптических снимков: Оптические снимки, полученные с помощью спутников, предоставляют детальную информацию о земной поверхности. С помощью анализа оптических снимков можно определить границы береговой линии, следя за изменениями во времени. Для этого могут использоваться программы и инструменты геоинформационных систем (ГИС).

Радарная интерферометрия (InSAR): Метод InSAR позволяет измерять изменения высоты земной поверхности (Рисунок 3) с высокой точностью, используя радарные сигналы, полученные с борта спутника. С помощью InSAR можно отслеживать смещения и деформации береговой линии реки Есиль.

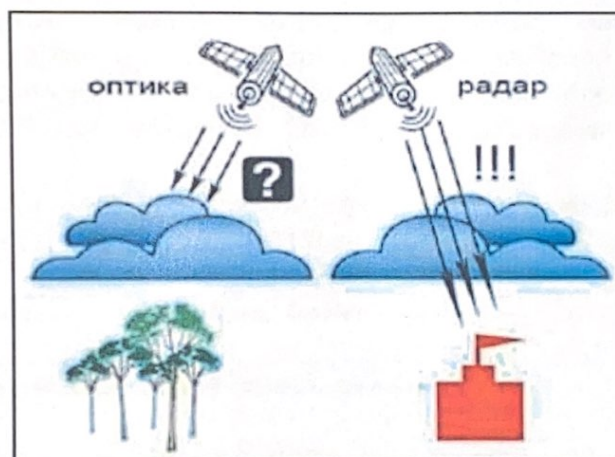


Рисунок 3 – Съемка при помощи спутника

Лидарное сканирование: Лидар (лазерное сканирование) использует лазерный луч (Рисунок 4) для измерения высоты и плотности точек на земной поверхности. С помощью лидарных данных можно создать точную модель рельефа береговой линии и отслеживать изменения со временем.

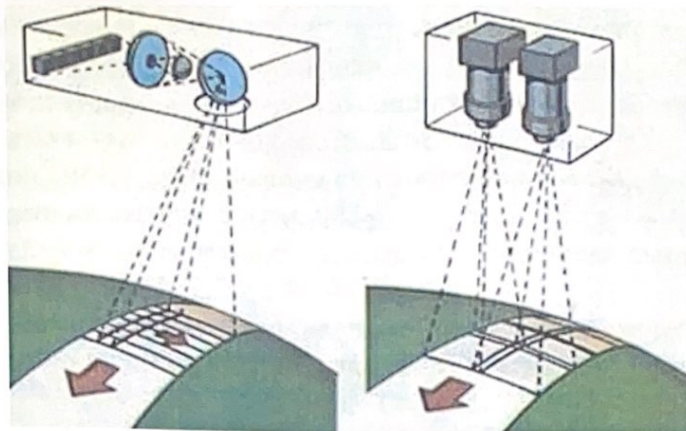


Рисунок 4 – Лазерная съемка

Мультиспектральное изображение: Использование мультиспектральных изображений, полученных с помощью спутников, позволяет анализировать состояние растительности и почвы вдоль береговой линии. Изменения в растительности могут указывать на сдвиги в береговой линии.

Комбинированный подход: Часто эффективнее всего применять комбинированный подход, использующий несколько методов одновременно. Например, можно использовать оптические снимки для определения границ береговой линии, а затем применить InSAR для измерения деформаций и смещений.

Эти методы позволяют получить информацию о состоянии и изменениях береговой линии реки Есиль с высокой точностью. Они могут быть использованы для мониторинга и планирования соответствующих мер по сохранению и управлению береговыми территориями.

2.2 Методы мониторинга береговой линии

Существует несколько методов мониторинга береговой линии, которые можно применять.

Картографический способ.

Суть картографического способа состоит в изыскании карт по разным промежуткам времени прибрежных областей. Достоверность этого способа состоит в масштабе топографического направления, что применяется с целью этого исследования.

Геодезический способ.

Суть геодезического способа состоит в проведении данной съемки прибрежного направления исследуемого предмета. этой проблемы при меняют технологические процессы, вследствие которого предоставляется возможность исполнения топографической съёмки. Наблюдение прибрежного направления возможно кроме

того осуществлять геодезическим способом, применяя спутниковую технологию съемки. Суть этого процесса состоит в использовании всемирной навигационной спутниковой концепции, а также вычислительной обработки. Так мы получаем координаты и высоты точек местности.

Геодезический способ направления считается более четким, оплошность замеров способен быть вплоть до 3-х см.

Но, осуществление исследования данным способом довольно сложно, а также занимает достаточно времени, в связи с этим цена слишком возвышенна. Геодезический метод исследования береговой линии является наиболее точным, ошибка измерений может составлять до трех сантиметров. Однако, выполнение наблюдения данным методом достаточно трудоемко и занимает большое количество времени, в связи с этим стоимость за данные услуги очень высока. В связи с этим, правильнее данный метод использовать для исследования небольших участков реки.

Фотограмметрический способ. Суть фотограмметрического способа исследования состоит в исследовании объекта на данных дистанционного зондирования Земли. Сведения дистанционного зондирования можно приобрести вместе с применением съемочной техники воздушного либо космического базирования.

Этот способ производится в результате выполнения аэрофотосъемки и дальнейшей фотограмметрической обработки приобретенных фотоснимков.

2.3 Методы обнаружения водных объектов на космических снимках

Обнаружение озер, рек, морей, океанов и других источников гидросферы на космических снимках является важной задачей в различных областях, таких как океанография, гидрология, экология и картография. Существует несколько методов, для того чтобы увидеть источники воды на космических снимках. Вот некоторые из них:

Пороговый метод: Этот метод основан на установлении порогового значения яркости или цвета, при котором пиксели снимка считаются представителями водных объектов. Водные объекты обычно имеют отличающиеся свойства яркости или цвета от окружающей суши или других объектов на снимке. Путем выбора соответствующего порогового значения можно обнаружить водные объекты.

Классификация на основе признаков: В этом методе используются множество признаков, таких как текстура, форма, контекст и спектральные характеристики, чтобы обучить классификатор, который может автоматически определять водные объекты. Обычно используются методы машинного обучения, такие как классификация на основе искусственных нейронных сетей

(например, сверточные нейронные сети), методы опорных векторов или случайные леса.

Использование индексов воды: Индексы воды - это математические формулы, основанные на спектральных характеристиках света, отраженного от поверхности воды. Некоторые известные индексы воды включают индекс воды NDWI (Normalized Difference Water Index) и индекс воды MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index). Эти индексы позволяют выделить водные объекты на снимке, учитывая их спектральные свойства.

Использование радарных снимков: Радарные снимки, полученные с помощью спутников с радарной аппаратурой, могут быть эффективно использованы для обнаружения водных объектов. Вода обычно имеет высокую отражательную способность для радарных сигналов, поэтому на радарных снимках она будет отображаться яркими областями. Использование радарных снимков позволяет обнаруживать водные объекты даже в условиях облачности или ночью.

Для выявления и анализа наличия воды на космических снимках применяются несколько каналов, включая красный, зеленый и синий. Эти каналы соответствуют видимому электромагнитному излучению, которое хорошо воспринимается человеческим глазом. Красный канал используется для разделения снежного покрова на снимке, зеленый канал - для выделения наземной и подводной частей, так как данный спектр охватывает максимум отражающей способности поверхности растительного покрова, а синий канал необходим для выделения облаков от снежного покрова и выделения почв без растительности.

Кроме того, используются инфракрасные каналы, включая ближний, коротковолновый, средний и тепловой, которые относятся к электромагнитному излучению, спектральное значение которого расположено между красным концом видимого света и микроволновым радиоизлучением. Тепловое излучение или инфракрасное излучение используются для выделения водных объектов, разделения влажных почв от сухих, а также для выявления изменений содержания воды в растительности и динамики влагозапаса в растительном и почвенном покрове.

Панхроматические каналы используются для анализа зерновых культур и растительного покрова, а также для выделения водно-болотных угодий и различных типов землепользования.

2.4 Водный индекс WRI

WRI (Water Resources Index) - это индекс, разработанный для оценки и мониторинга доступности водных ресурсов на основе анализа геопространственных данных. Он предоставляет информацию о количестве и доступности водных ресурсов в конкретной области.

WRI может быть рассчитан на основе нескольких факторов, включая:

Количество осадков: Уровень осадков в рассматриваемой области является важным фактором, определяющим доступность воды. Большое количество осадков может обеспечить более высокий уровень водных ресурсов.

Испарение: Уровень испарения в рассматриваемой области влияет на доступность воды. Высокие значения испарения могут снизить количество доступной пресной воды.

Рельеф и география: Рельеф и география местности также влияют на доступность водных ресурсов. Гористые районы могут иметь большее количество водных ресурсов, таких как реки и озера.

Близость к водным источникам: Близость к водным источникам, таким как реки, озера или подземные воды, также влияет на доступность водных ресурсов.

При использовании индекса WRI рассчитывается числовое значение, которое отражает уровень доступности водных ресурсов в рассматриваемой области. Высокое значение WRI обычно указывает на хорошую доступность воды, тогда как низкое значение может указывать на ограниченность водных ресурсов.

Индекс WRI может быть полезным инструментом для оценки и планирования использования водных ресурсов, а также для принятия решений в области водоуправления и экологии. Он может быть применен на различных географических уровнях, от местных до глобальных масштабов.

Основным назначением индекса WRI (Water Ratio Index) является оценка содержания воды в растительном покрове на снимках, полученных с космических спутников или дронов.

Водный индекс рассчитывается по следующей формуле:

$$WRI = (Green + Red) / (NIR + SWIR2) \quad (1)$$

Индекс WRI (Water Ratio Index) рассчитывается на основе значений пикселей из зеленого, красного, ближнего инфракрасного спектрального и ближнего инфракрасного коротковолнового канала, где Green представляет значения пикселей из зеленого канала, Red - значения пикселей из красного канала, NIR - значения пикселей из ближнего инфракрасного спектрального канала, а SWIR2 - значения пикселей из ближнего инфракрасного коротковолнового канала.

Результатом расчета данного индекса является растр водной поверхности, где водные объекты имеют значение пикселей от 1 и выше.

Нормализованный разностный водный индекс NDWI (Normalized Difference Water Index) используется для отображения влагозапаса в листовом покрове. Благодаря данному индексу также имеется возможность определения качественного признака увлажнения растительности.

Индекс NDWI вычисляется по формуле:

$$NDWI = (NIR - SWIR2) / (NIR + SWIR2) \quad (2)$$

Одним из назначений нормализованного разностного водного индекса является выделение поверхностных вод среди заболоченной местности. Благодаря данному индексу можно измерить степень покрытия поверхностными водами. Также NDWI можно использовать для построения оперативных карт.

2.5 Модифицированный нормализованный разностный водный индекс

Индекс MNDWI (Modification of Normalized Difference Water Index) используется для более точного выделения водных объектов на космических снимках с помощью подавления или полного удаления шумовых эффектов с растительного, водного и почвенного покровов. При расчете индекса MNDWI применяется нормализованный разностный индекс, основанный на зеленом и коротковолновом инфракрасном спектральном каналах. Формула расчета индекса MNDWI выглядит следующим образом:

$$\text{MNDWI} = (\text{Green} - \text{MIR}) / (\text{Green} + \text{MIR}) \quad (3)$$

, где Green и MIR представляют значения пикселей из зеленого и коротковолнового инфракрасного каналов соответственно. Особенностью данного индекса является то, что он позволяет достичь более высокой точности при выделении водных объектов, так как он учитывает влияние шумовых эффектов на космических снимках, что делает результат более точным и надежным.

$$\text{MNDWI} = (\text{Green} - \text{SWIR2}) / (\text{Green} + \text{SWIR2}) \quad (4)$$

$$\text{NDWI} = (\text{NIR} - \text{SWIR2}) / (\text{NIR} + \text{SWIR2}) \quad (5)$$

Одним из назначений нормализованного разностного водного индекса является выделение поверхностных вод среди заболоченной местности. Благодаря данному индексу можно измерить степень покрытия поверхностными водами. Также NDWI можно использовать для построения оперативных карт.

Нормализованный разностный водный индекс (NDWI) является индексом, который используется для выделения водных объектов на космических снимках. Основанный на значениях зеленого и ближнего инфракрасного спектрального каналов, NDWI может использоваться не только для определения наличия воды в водных ресурсах, но и для определения влагозапаса в листовном покрове и качественного признака увлажнения растительности.

Формула для расчета NDWI выглядит следующим образом:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \quad (6)$$

2.6 Нормализованный разностный индекс мутности NDTI

Индекс NDTI (Normalized Difference Turbidity Index) используется для оценки уровня мутности (захламленности) воды. Данный индекс рассчитывается путем вычисления нормализованного разностного индекса мутности и может быть рассчитан по следующей формуле:

$$NDTI = (Red - Green) / (Red + Green) \quad (7)$$

, где Green и SWIR представляют значения пикселей из зеленого и коротковолнового инфракрасного каналов соответственно. Результатом расчета является значение индекса NDTI, которое может использоваться для определения уровня мутности воды на космических снимках.

После расчета индекса NDTI происходит выделение объектов с повышенной влажностью, что делает данный индекс чувствительным к изменению уровня влаги. Благодаря этому NDTI может использоваться для прогнозирования и предотвращения засухи и других экологических катастроф, связанных с высыханием растительности.

Стандартизованный индекс различий увлажненности NDMI (Normalized Difference Moisture Index) также используется для отслеживания процесса засухи. Он основан на разнице между значениями ближнего и дальнего инфракрасного спектральных каналов и имеет высокую чувствительность к изменению уровня влажности в растительном покрове. Кроме того, индекс NDMI может использоваться для определения уровня горючих материалов в пожароопасных зонах. Рассчитывается NDMI по формуле:

$$NDMI = (NIR - SWIR1) / (NIR + SWIR1) \quad (8)$$

, где SWIR1 – значение пикселей из ближнего инфракрасного коротковолнового канала.

2.7 Стандартизированный индекс различий снежного покрова NDSI

Индекс NDSI (Normalized Difference Snow Index) является индексом, который используется в обработке космических снимков с помощью спутников MODIS и Landsat TM. Он широко используется для выделения территорий, покрытых снегом, а также для прогнозирования половодья. Одна из особенностей NDSI заключается в том, что данный индекс игнорирует облачный покров и может использоваться для точного выделения снежных территорий на космических снимках.

Формула для расчета NDSI выглядит следующим образом:

$$\text{NDSI} = (\text{Green} - \text{SWIR}) / (\text{Green} + \text{SWIR}) \quad (9)$$

, где Green и SWIR представляют значения пикселей зеленого и

$$\text{NDSI} = (\text{Green} - \text{SWIR1}) / (\text{Green} + \text{SWIR1}) \quad (10)$$

Правильно, использование разных индексов при анализе космических снимков может улучшить точность выделения объектов и обнаружения изменений в окружающей среде. Для выделения водных объектов на космических снимках можно использовать разные индексы, такие как MNDWI, WRI, NDWI, NDTI и др. Использование индексов MNDWI и WRI для анализа водных объектов имеет свои преимущества, так как они позволяют более точно выделить водные объекты, подавляя шумовые эффекты с растительного и почвенного покрова и улучшая четкость и контрастность изображения.

Применение геоинформационных систем (ГИС) также является важным элементом при анализе космических снимков, так как они позволяют просматривать и обрабатывать большие объемы геопространственных данных, позволяя более эффективно управлять информацией и получать более точные результаты.

2.8 Программные продукты

Данная работа выполнялась в ПО QGIS. Действительно, QGIS - это бесплатная и свободная геоинформационная система с открытым исходным кодом, которая предоставляет пользователю мощные возможности для работы с геопространственными данными на различных операционных системах, включая Linux, Unix, Mac OSX, Windows и Android.

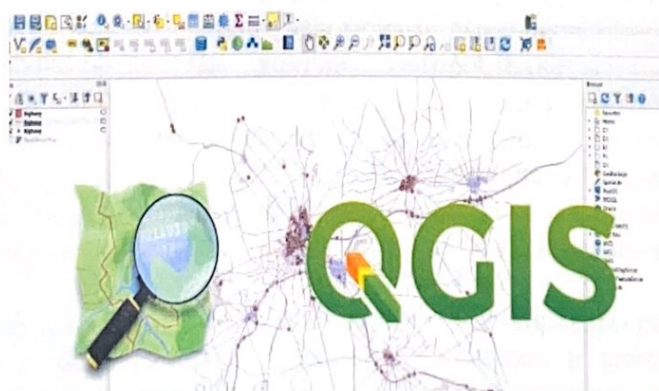


Рисунок 4. Программный продукт QGIS

QGIS состоит из двух составных частей. Первая часть является QGIS Desktop. В QGIS Desktop выполняется вся основная работа с геопространственными данными, а именно: создание, редактирование, анализ и публикации геопространственной информации. Второй частью является QGIS Server и QGIS Web Client. С использованием QGIS Web Client имеется возможность публикации в сети проектов, созданных в QGIS Desktop:

-При выполнении дипломной работы использовался QGIS Desktop.

-Программное обеспечение QGIS предоставляет пользователям широкий спектр возможностей.

Данное программное обеспечение с использованием модуля Processing позволяет производить векторный анализ пространственных данных в различных форматах, поддерживаемых библиотекой данных OGR. QGIS дает возможность и использовать инструменты анализа, выборки, геопроецирования, управления геометрией и базами данных. Помимо этого, имеется возможность использования интегрированных инструментов GRASS.

QGIS (Quantum GIS) - это бесплатное и открытое программное обеспечение геоинформационной системы (ГИС), которое предоставляет инструменты для просмотра, редактирования и анализа геопространственных данных. Вот некоторые ключевые особенности и возможности программного обеспечения QGIS:

Многоформатная поддержка: QGIS поддерживает широкий спектр геопространственных форматов данных, включая векторные данные (например, шейп-файлы, файлы геодататбазы, geoJSON), растровые данные (например, TIFF, GeoTIFF, JPEG) и базы данных (например, PostgreSQL, SpatiaLite).

Просмотр и редактирование данных: QGIS предоставляет возможность просматривать и редактировать геопространственные данные. Вы можете создавать, редактировать и удалять геометрические и атрибутивные данные, выполнять операции пространственного запроса и преобразования.

Анализ геоданных: QGIS предлагает богатый набор инструментов для анализа геопространственных данных. Вы можете выполнять операции буфера, объединения, пересечения и другие геопространственные анализы. Программное обеспечение также поддерживает анализ высотных данных, создание территориальных статистических отчетов и многое другое.

Картография и визуализация: QGIS предоставляет возможности для создания качественных карт и визуализации геоданных. Вы можете настраивать символику, цветовые схемы, масштабирование, добавлять подписи и создавать композиции карт.

Плагины и расширения: QGIS имеет активное сообщество разработчиков, которые создают и поддерживают множество плагинов и расширений. Это позволяет расширить функциональность программного обеспечения и добавить специализированные инструменты и возможности.

Поддержка проекций и координатных систем: QGIS обеспечивает поддержку широкого спектра проекций и координатных систем. Вы можете

легко управлять и преобразовывать координатные системы для различных геоданных.

QGIS является мощным и гибким инструментом для работы с геопространственными данными и нашел применение во многих областях, включая географию, геологию, геодезию, экологию и городское планирование. Он доступен для установки на различные операционные системы, включая Windows, macOS и Linux.

Форматы растров и графики, поддерживаемые библиотекой GDAL. Форматы World-файла вместе с поддерживаемыми типами растровых изображений. Базы данных SpatiaLite. Растровый и векторный форматы GRASS.

QGIS обладает широкой поддержкой форматов данных, что позволяет пользователям интегрировать данные из различных источников без необходимости перевода их в общий формат. В QGIS можно легко просматривать и накладывать друг на друга векторные и растровые данные, а также производить портфолио анализа геоданных с использованием различных инструментов и методов.

Среди поддерживаемых форматов можно выделить пространственные таблицы PostgreSQL с использованием PostGIS, векторные форматы, поддерживаемые библиотекой OGR, форматы растров и графики, поддерживаемые библиотекой GDAL, форматы World-файла вместе с поддерживаемыми типами растровых изображений, базы данных SpatiaLite, а также растровый и векторный форматы GRASS.

Благодаря такой поддержке форматов данных можно работать с различными входными данными и в процессе анализа объединять их для получения более детальной и полной информации.

Форматы растров и графики, поддерживаемые библиотекой GDAL.

Форматы World-файла вместе с поддерживаемыми типами растровых изображений.

Базы данных SpatiaLite.

Растровый и векторный форматы GRASS.

В QGIS можно экспортировать данные в map-файлы и публиковать полученный результат в сети с использованием встроенного в программу веб-сервера MapServer. Есть возможность использования программного обеспечения QGIS в качестве клиента WMS (Web Map Service) / WFS (Web Feature Service) или же сервиса WMS (Web Map Service).

При выполнении дипломной работы были использованы практически все возможности, которые предоставляет данное программное обеспечение, что позволило создать качественные карты и анализировать пространственные данные.

3 Анализ изменения русла реки Есиль

3.1 Получение космических снимков

Анализ изменения береговой линии реки Есиль произведен с использованием снимков со спутников Landsat 8 (2013 г., 2015 г., 2017 г.), Landsat 8 (2019 г., 2021 г.).

Для проведения исследования первым шагом были получены интересные снимки, через сервис Glovis. EarthExplorer это сервис USGS, через который осуществляется получение самих данных.

После регистрации на сайте геологической службы США была произведена настройка параметров для поиска космических снимков. Во вкладке Search Criteria была выбрана необходимая территория и указана допустимая облачность в диапазоне от 0% до 10%.

Отбор подходящих снимков. Во вкладке Results отображен список найденных космических снимков, которые подходят под заданные параметры. Нажав на снимок, открывается окно с полной информацией о данном космическом снимке. Из полученного списка были отобраны и выбраны оптимальные снимки.

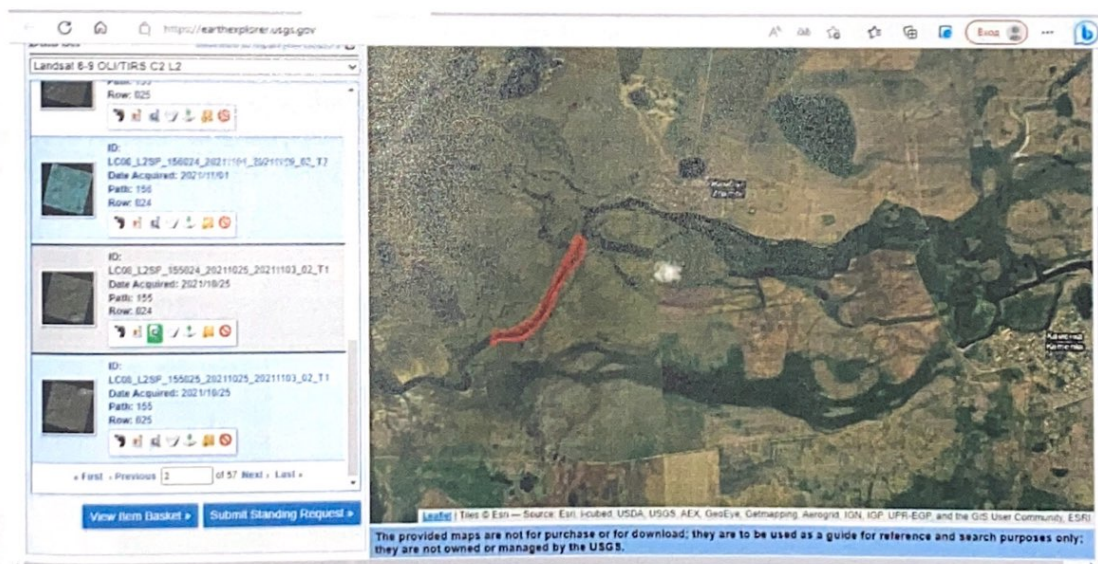


Рисунок 7 – Окно с информацией о космическом снимке

3.2 Отбор подходящих снимков.

Во вкладке Results отображен список найденных космических снимков, которые подходят под заданные параметры. Нажав на снимок, открывается окно с полной информацией о данном космическом снимке. Из полученного списка были отобраны и выбраны оптимальные снимки. На рисунке 10 показано окно с информацией о космическом снимке.

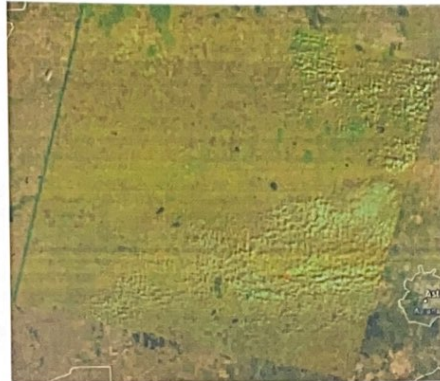


Рисунок 6 – Окно с информацией о космическом снимке

После того, как были выбраны подходящие снимки, необходимо было их загрузить на компьютер. Для этого была нажата кнопка Download Options, открывшееся меню показано на рисунке 11, где мы выбрали формат Level 1 GeoTIFF Data Product.

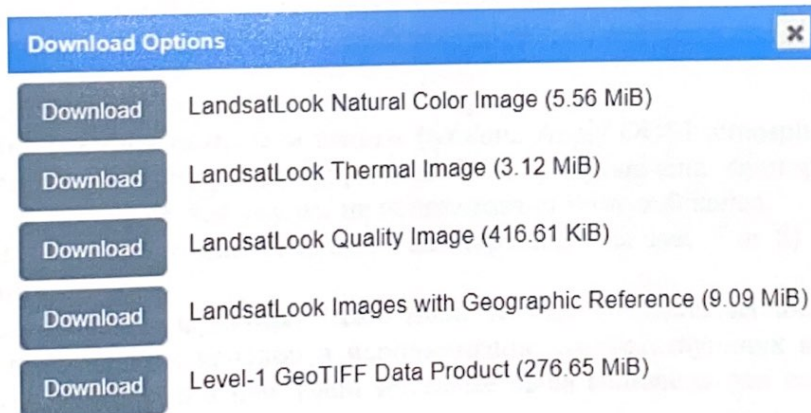


Рисунок 8 – Опции загрузки космических снимков

Level 1 GeoTIFF Data Product - это формат с несжатými данными GeoTIFF, имеющими большой размер, достигающий 1 гигабайта. При загрузке данные

файлы имеют формат tar.gz. Разархивировав их, вы получите доступ к космическим снимкам в 11 спектральных каналах в формате .tif, а также один файл с мета-информацией в формате .txt.

3.3 Предобработка космических снимков

На следующем этапе была произведена предобработка космических снимков с использованием модуля SCP, для улучшения космических снимков. Для этого произведен переход по команде: SCP – Preprocessing – Landsat.

В открывшемся окне в разделе Directory containing Landsat bands указан путь к папке, где находятся данные Landsat. Все лишние снимки были удалены. На рисунке 14 показано окно Semi–Automatic Classification Plugin.

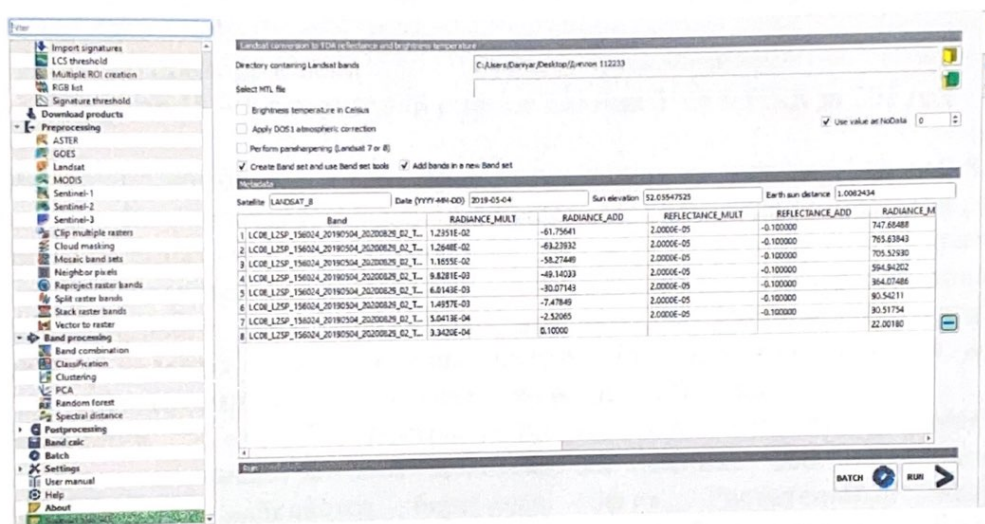
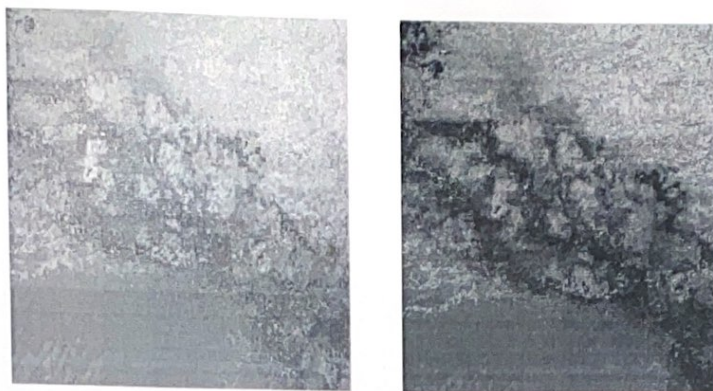


Рисунок 14 – Окно Semi–Automatic Classification Plugin

Затем мы задали следующие параметры:

- Включенной оставлена только функция Apply DOS1 atmospheric correction - применение атмосферной коррекции DOS1. Отключена функция Brightness temperature in Celsius, так как мы не использовали тепловой канал.
- Включена функция Perform pansharpening (Landsat 7 or 8) - увеличение разрешения.
- Включенная функция Create Band set and use Band set tools - создание набора спектральных каналов и использование соответствующих инструментов. Функция All Bands in a new Band set также была включена для создания новой группы спектральных каналов.
- Включена функция Use value as NoData для удаления черного фона.

Затем мы нажали кнопку RUN и указали путь для сохранения предобработанных данных в открывшемся окне. Результат предобработки космических снимков показан на рисунке 15б в Приложении В.



а) до предобработки б) после предобработки
Рисунок 15 – Космический снимок Landsat 8 OLI/TIRS за 201 год

Произведено комбинирование мультиспектральных каналов Landsat 8.

Для этого был произведен переход по команде: SCP – Band set. Комбинация 7, 6, 4 спектральных каналов, показанная на рисунке 16а, дает изображение близкое к естественным цветам. Также с использованием данной комбинации можно анализировать состояние атмосферы и дым. Растительный покров отображается в зеленых и темно-зеленых цветах. При данной комбинации четко выделяется береговая линия, ярко выражаются водные объекты.

Комбинация 5, 4, 3 спектральных каналов дает изображение с искусственными цветами, которое показано на рисунке 16б. При данной комбинации четко выделяется береговая линия. Растительный покров отображается в красных оттенках, а цвет почвы изображается в различных оттенках коричневого цвета.

а) каналы 7, 6, 4



б) каналы 5, 4, 3



Рисунок 16 – Комбинирование каналов Landsat 8

3.4 Расчет индексов MNDWI и WRI

Далее использовали инструмент "Калькулятор растров" для расчета модифицированного стандартизованного индекса различий воды (MNDWI) по формуле 3. Этот индекс основан на сравнении количества поглощенного ближнего инфракрасного света и отраженного зеленого света.

Для вычисления MNDWI была использована следующая команда: Растр - Калькулятор растров.

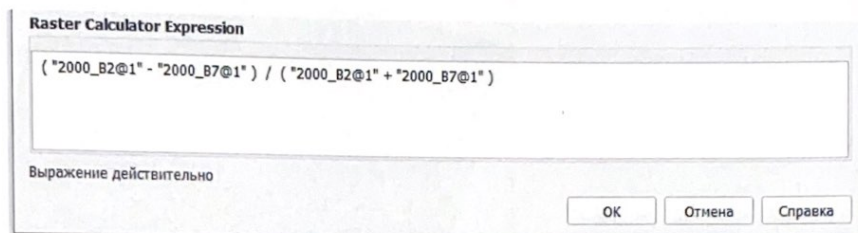


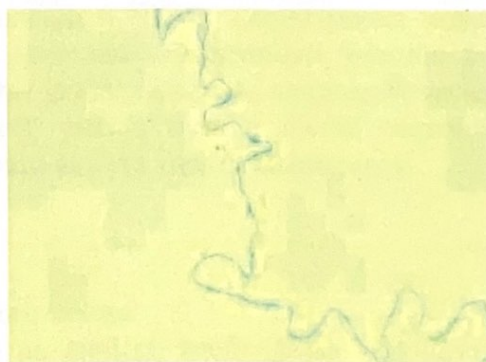
Рисунок 17 – Калькулятор растров

Во вкладке Слой результатов, указан путь к папке, в которую необходимо сохранить результат расчета MNDWI. Далее для получения результата расчета индекса была нажата кнопка ОК. Результат расчета индекса MNDWI показан на рисунке 18а. На рисунке 18а можно заметить, как отчетливо выражены очертания береговой линии реки Есиль.

Далее, для сравнения, также рассчитан водный индекс WRI по формуле 1.



а) MNDWI (2013 год),



б) WRI (2013 год)

Рисунок 18 – Результат расчета индекса

3.5 Обрезка космического снимка

Следующим шагом произведена обрезка растров до исследуемого участка. Для этого был создан слой Shapefile: Слой – Создать слой – Создать слой Shapefile. Затем, включив режим редактирования, был выделен интересующий участок.

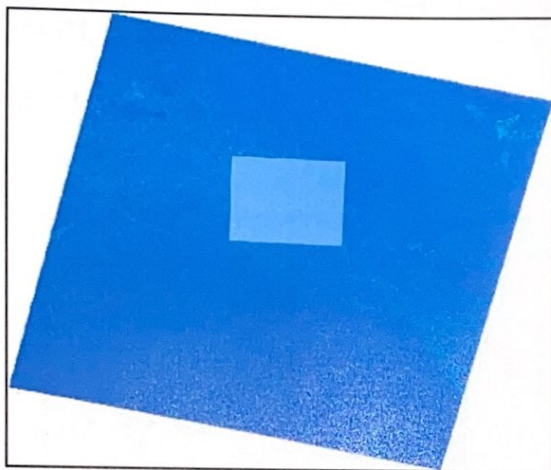


Рисунок 19 – Рассматриваемый участок реки Есиль

После данных действий, для обрезки снимка, был выполнен переход по команде: Растр – Извлечение – Обрезать растр по маске. В открывшемся окне исходным слоем задается слой, с вычисленным NDVI. Слоем маски задается созданный слой Shapefile, на котором выделен исследуемый участок реки. Исходной и целевой системами координат указана система координат проекта. В пункте Результат обрезки (по маске), указан путь к папке сохранения результата. Далее для получения результата нажата кнопка Выполнить.

3.6 Выделение водных объектов

Вот возможный вариант измененного текста:

Для выделения водных объектов на снимке необходимо использовать соответствующие индексы. После вычисления водного индекса WRI, значения, соответствующие водным объектам, превышают единицу, тогда как после расчета модифицированного стандартизованного индекса различий воды MNDWI, водные объекты имеют значения больше нуля.

Для выделения водных объектов на снимках, на которых был рассчитан индекс MNDWI, мы использовали инструмент "Калькулятор растров". Для этого была использована следующая команда: Растр - Калькулятор растров. Для выделения воды в открывшемся окне мы ввели следующую формулу:

этого была использована следующая команда: Растр - Калькулятор растров. Для выделения воды в открывшемся окне мы ввели следующую формулу:

$$\text{MNDWI} < 0 \quad (11)$$

После нажатия кнопки Ок и получен результат выделения водных объектов, который продемонстрирован на рисунке 21а.

Такая же работа проделана для снимков с рассчитанным водным индексом WRI. Однако в Калькуляторе растров введена следующая формула:

$$\text{WRI} < 1 \quad (12)$$

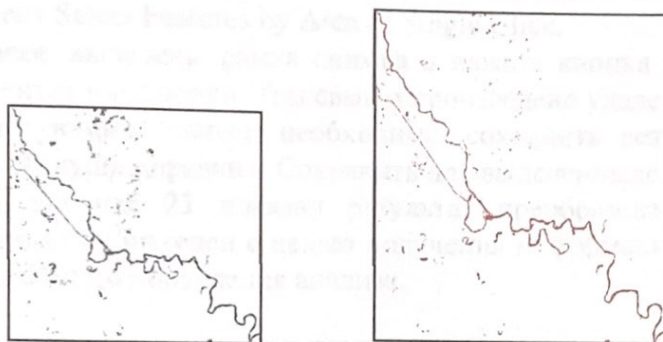


Рисунок 21 – Результат выделения водных объектов на снимке с рассчитанным (а) MNDWI (2019 год) б) WRI (2019 год)

Сравнив полученные результаты выделения водных объектов, можно заметить, что модифицированный стандартизованный индекс различий воды MNDWI точнее выделяет водные объекты, чем водный индекс WRI.

На рисунке 22 показан результат выделения водных объектов тремя способами на примере космического снимка, полученного с помощью данных космического аппарата Landsat 8 за 2015 год.

На рисунке 22а показано комбинирование 7, 6 и 4 спектральных каналов.

На рисунке 22б показано выделение водных объектов с использованием индекса MNDWI, а на рисунке 22в с помощью индекса WRI.

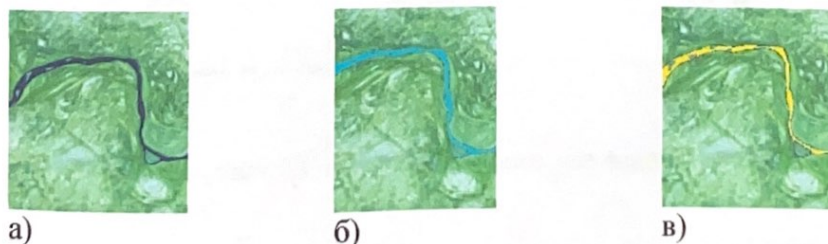


Рисунок 22 – Результат выделения водных объектов (2015 год)

3.7 Преобразование растра в вектор

С целью получения данных о площади, занимаемой рекой, растровое изображение реки было преобразовано в векторное. Для этого произведен переход по команде: Растр – Преобразование – Создание полигонов (растра в вектор). В открывшемся окне выбран исходный слой с выделенными водными объектами. Следующим шагом указан путь к папке, куда будет сохранен векторизованный файл.

Далее произведено редактирование векторного слоя, удалена рамка снимка. Для этого был выбран слой, который необходимо отредактировать.

Затем в инструментах оцифровки был включен режим редактирования нажатием на кнопку Toggle Editing. Впоследствии в Selection Toolbox выбран инструмент Select Features by Area of Single Click.

Далее выделена рамка снимка и нажата кнопка Удалить выделенное в инструментах оцифровки. Тем самым произведено удаление рамки.

Следующим шагом необходимо сохранить результат переходом по команде: Текущие правки – Сохранить для выделенных слоев.

На рисунке 23 показан результат преобразования растра в вектор, который был произведен с целью получения информации из векторного файла для дальнейшего проведения анализа.

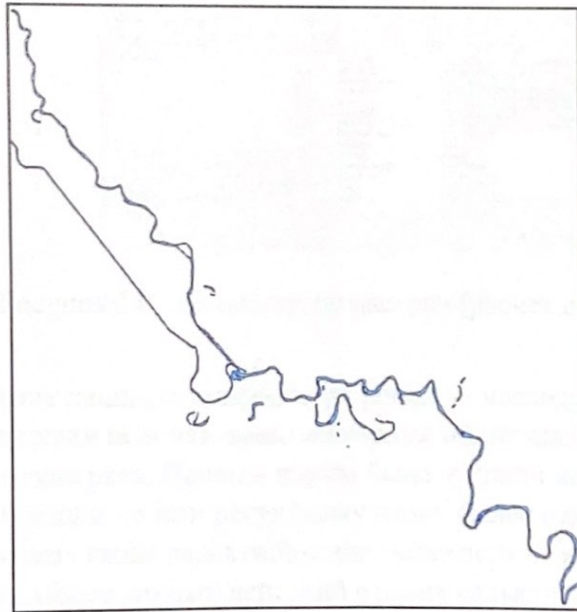


Рисунок 23 – Результат преобразования растра в вектор

3.8 Получение данных для анализа

Определение ширины реки. Для определения ширины реки на пяти участках, были созданы слои Shapefile (для каждого года отдельный) с линейными объектами переходом по команде: Слой – Создать слой – Создать слой Shapefile. После был включен режим редактирования, нажатием на кнопку Toggle Editing и выполнено измерение ширины Есиль. Далее открыта таблица атрибутов, нажатием правой кнопки мыши по слою, выбрана команда Открыть таблицу атрибутов, в открывшейся таблице был открыт калькулятор полей, нажатием на кнопку Открыть калькулятор полей. В калькуляторе полей в разделе Поле введено название создаваемого поля, Тип: Десятичное число, Размер: 10, Точность: 3. Во вкладке Выражение, выбрано следующее выражение: \$length. Далее для добавления нового поля с заданными параметрами, была нажата кнопка ОК. После данных действий получен результат расчета ширины реки на пяти разных участках. На рисунке 24 изображен калькулятор полей.

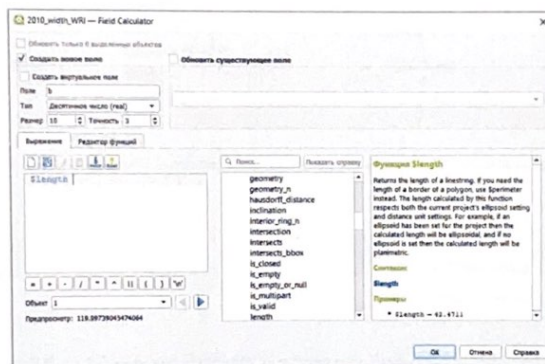


Рисунок 24 – Калькулятор растров (расчет ширины реки)

Определение площади, занимаемой рекой на исследуемом участке: для определения площади использованы векторные полигональные данные, на которых отображена река, Первым шагом была открыта атрибутов, нажатием правой кнопкой мыши по интересующему слою. Далее в открывшейся таблице атрибутов включен режим редактирования, нажатием на кнопку Режим атрибутов включен режим редактирования, нажатием на кнопку Режим редактирования. После данных действий открыт калькулятор полей, нажатием на кнопку Калькулятор полей. В открывшемся окне создается новое поле. В разделе Поле введено название создаваемого поля, Тип: Десятичное число, Размер: 10, Точность: 9. Для определения площади, во вкладке выражение вводится формула: \$area. Однако полученные данные будут вычислены в квадратных метрах, чтобы получить площадь реки в квадратных километрах

введена формула: $\$area / 1000000$. Далее для создания поля, с рассчитанной площадью, нажата кнопка ОК. На рисунке 25 показан калькулятор полей.

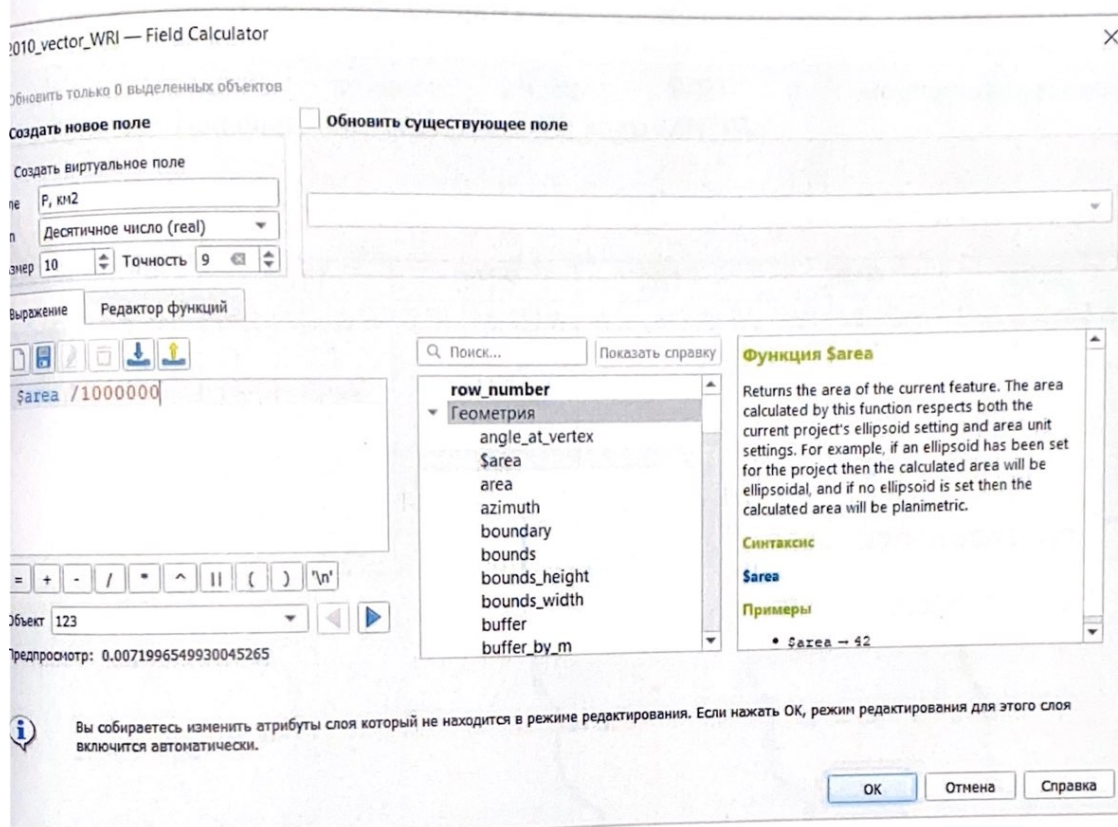


Рисунок 25 – Калькулятор растров (расчет площади реки)

После выделения водных объектов с помощью инструмента "Калькулятор растров", мы рассчитали площадь каждого отдельного полигона в квадратных километрах в таблице атрибутов. Для получения общей площади использовали векторный анализ, с помощью команды: Вектор - Анализ - Базовая статистика для полей.

В открывшемся окне мы выбрали исходный слой с рассчитанной площадью и выбрали поле, созданное в калькуляторе растров, для расчета статистики. Затем мы нажали кнопку "Выполнить". После выполнения операции в поле SUM отображается общая площадь водных объектов. Таким образом, мы успешно рассчитали площадь водных объектов на данной территории.

3.9. Результат анализа

Результаты анализа приведены в таблице 1, где представлены изменения ширины реки Есиль на выбранных участках по с 2013 по 2021 годы, с периодом 5 лет. В данной таблице сравниваются значения ширины реки, полученные с использованием водного индекса WRI и модифицированного стандартизованного индекса различий воды MNDWI

Таблица 1 – Измерение ширины реки Есиль (м)

Год	2013		2015		2017		2019		2021	
	WR I	MNDW I	WR I	MNDW I	WR I	MNDW I	WR I	MNDW I	WR I	MNDW I
1	120	120	120	120	120	120	90	90	90	90
2	180	120	240	210	180	180	120	120	150	150
3	120	90	180	210	210	270	180	210	150	150
4	210	210	210	240	150	150	150	150	150	180
5	90	120	150	150	120	120	120	120	120	120

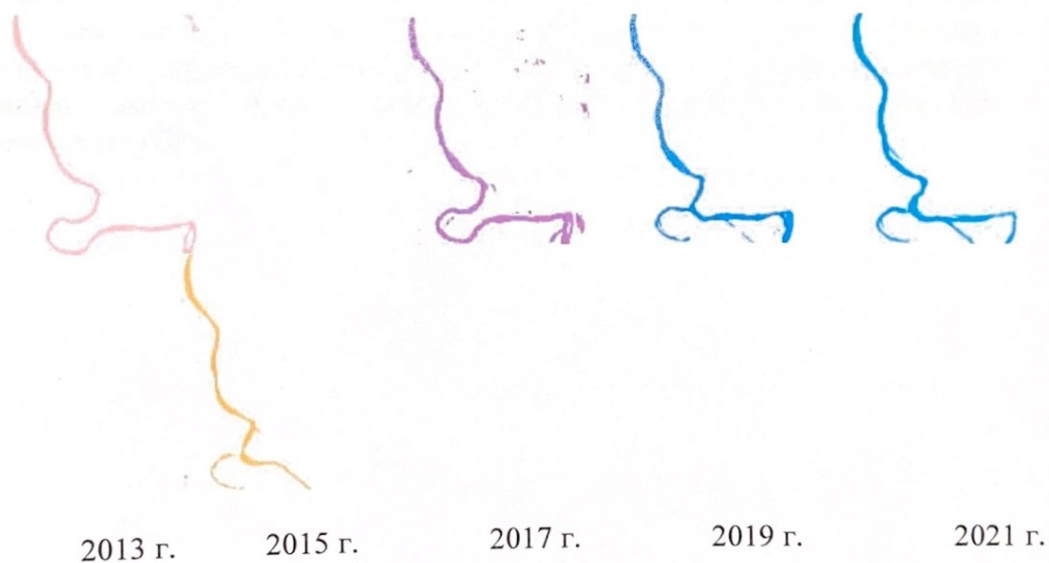


Рисунок 28 – Динамика изменения русла реки Есиль (MNDWI)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью исследования изменения реки Есиль были обработаны космические снимки за 2013-2021 годы в программном обеспечении QGIS. В работе рассмотрены методы исследования изменения береговой линии реки Есиль, с использованием мультиспектральных космических снимков. Выполнена обработка и анализ космических снимков в программном продукте QGIS.

В результате обработки и анализа космических снимков были определены количественные характеристики изменения русла рассматриваемой реки. Выявлена устойчивая тенденция уменьшения ширины реки. Дана оценка вероятному будущему реки Есиль, при сохранении существующей динамики изменения.

В соответствии с полученными результатами даны рекомендации по улучшению экологической ситуации, связанной с уменьшением русла реки Есиль.

В работе подробно описано выполнение предварительной обработки разновременных космических снимков в программе QGIS. Также, выполнен сравнительный анализ изменения ширины реки в выбранных участках.

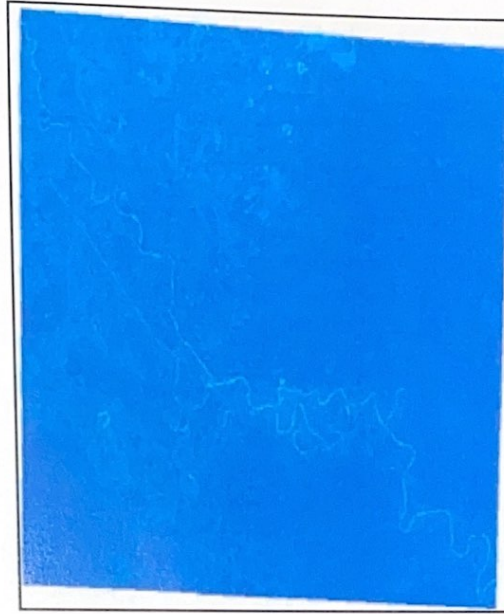
Также были определены количественные характеристики русла реки Есиль, дана оценка будущему исследуемой реки, при сохранении существующей динамики изменения. В процессе выполнения данной дипломной работы были улучшены навыки владения программным обеспечением QGIS.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

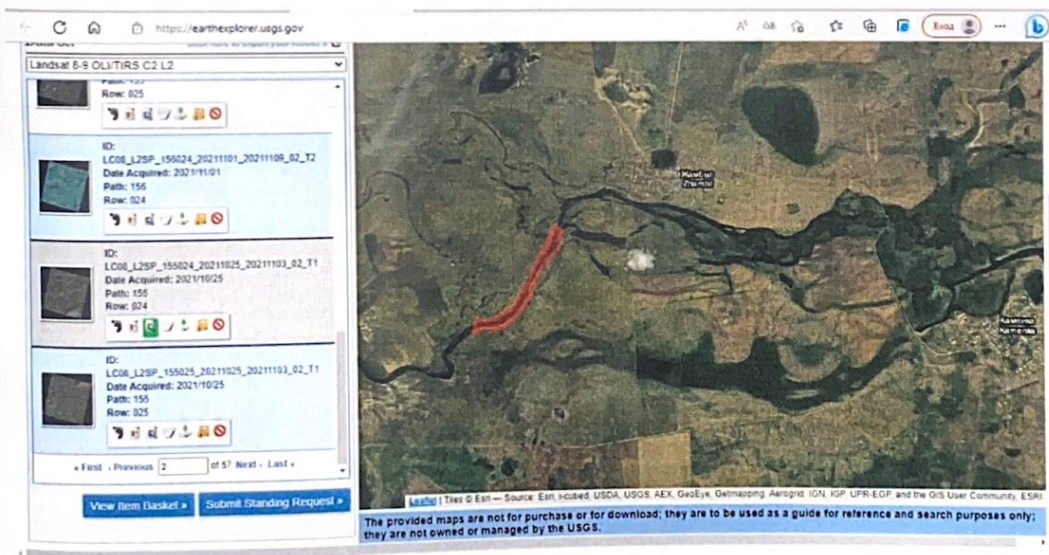
1. Google Earth Engine <https://earthengine.google.com/>
2. Метеорология и гидрология ОГИЗ-Сельхозиздат, 2009. 57 стр.
3. Герасимов Ф.Я., Кузьмин Б.С. Краткий топографо-геодезический словарь-справочник [Текст].- М.:Недра,1968-79 с.
4. Маслов А.В. Геодезия. М [Текст]: Колос, 2007.449-462 стр.
5. Техническая документация [Электронный ресурс] – Режим доступа [https://beresvek.ru/service/tehnicheskaya dokumentatsiya](https://beresvek.ru/service/tehnicheskaya_dokumentatsiya)
8. Програмный продукт Qugis <https://qgis.org/ru/site/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

1. Результат обрезки растра по маске



2. Окно с информацией о космическом снимке



The screenshot displays the Earth Explorer 2.0 web interface. On the left, a panel titled "Landsat 8-S OLI/TIRS C2 L2" lists three satellite images with their respective metadata:

- Image 1:** Row: 025
- Image 2:** ID: LC08_L2SP_155024_2021101_2021106_02_T2; Date Acquired: 2021/10/1; Path: 155; Row: 024
- Image 3:** ID: LC08_L2SP_155024_20211025_2021103_02_T1; Date Acquired: 2021/10/25; Path: 155; Row: 024
- Image 4:** ID: LC08_L2SP_155024_20211025_2021103_02_T1; Date Acquired: 2021/10/25; Path: 155; Row: 025

The main map area shows a satellite image of a river system with a red line indicating a specific feature. The interface includes navigation controls, a "View from Daskat" button, and a "Submit Standing Request" button. A copyright notice at the bottom states: "The provided maps are not for purchase or for download; they are to be used as a guide for reference and search purposes only; they are not owned or managed by the USGS."

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Бакытжан Әсел

6B07304 Геопространственная цифровая инженерия

(шифр и наименование ОП)

На тему: Анализ изменения русла реки Есиль по данным дистанционного зондирования Земли

Выполнено:

- а) графическая часть на 18 листах
- б) пояснительная записка на 37 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Данная дипломная работа посвящена актуальной теме исследованию изменения русла реки Есиль, близ города Астаны, с применением данных дистанционного зондирования Земли.

В работе рассмотрены методы исследования изменения береговой линии реки Есиль, с использованием мультиспектральных космических снимков. Выполнена обработка и анализ космических снимков в программном продукте QGIS.

В результате обработки и анализа космических снимков были определены количественные характеристики изменения русла рассматриваемой реки. Выявлена устойчивая тенденция уменьшения ширины реки. Дана оценка вероятному будущему реки Есиль, при сохранении существующей динамики изменения.

В соответствии с полученными результатами даны рекомендации по улучшению экологической ситуации, связанной с уменьшением русла реки Есиль.

В работе подробно описано выполнение предварительной обработки разновременных космических снимков в программе QGIS. Также, выполнен сравнительный анализ изменения ширины реки в выбранных участках.

Оценка работы

Дипломная работа представляет собой логически завершенную и хорошо иллюстрированную выпускную работу, отвечающим всем требованиям.

Выпускная работа заслуживает оценки 95 и рекомендуется к защите, а студент присвоению академической степени бакалавра.

Рецензент

Старший преподаватель
кафедры «Земельные ресурсы и кадастр»,
КазНАИУ



Жантуева Ш.А.

«21» июня 2023 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Бакытжан Әсел Асылбекқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Анализ изменения русла реки Есиль в Акмолинской области по данным дистанционного зондирования Земли

Научный руководитель: Айгуль Кенесбаева

Коэффициент Подобия 1: 7.2

Коэффициент Подобия 2: 3.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

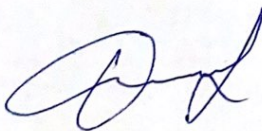
Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

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

Обоснование:

2023-06-21

Дата



Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Бақытжан Әсел Асылбекқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Анализ изменения русла реки Есиль в Акмолинской области по данным дистанционного зондирования Земли

Научный руководитель: Айгуль Кенесбаева

Коэффициент Подобия 1: 7.2

Коэффициент Подобия 2: 3.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

2023-06-21

Дата

Батырхан Садыков



проверяющий эксперт

ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

Бақытжан Әсел

6B07304 Геопространственная цифровая инженерия

На тему: Анализ изменения русла реки Есиль по данным дистанционного зондирования Земли

Дипломная работа Бақытжан Әсел выполнена на основе обработки данных космической съемки с целью изучения динамики изменения русла реки Есиль близи города Астаны. При выполнении работ, данные были взяты с геопортала открытого доступа и обработаны в программе QGIS.

При написании дипломной работы студентка продемонстрировала хороший уровень работоспособности, самостоятельно занималась выбором разновременных космических снимков, выделением водного объекта, вычислением вегетационных и водных индексов, а также исследованием динамики изменения русла реки Есиль.

С учетом изложенного считаю, что дипломная работа заслуживает оценки «95» баллов и рекомендуется к защите, а студентка Бақытжан Әсел заслуживает присуждения степени бакалавра по образовательной программе 6B07304 - «Геопространственная цифровая инженерия».

Научный руководитель

М.т.н.,

АКЕС Кенесбаева А.К.
«22» июня 2023г.