

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования Эколого-биологического центра «Следово» им. Ю.П. Карвацкого

Мониторинг состояния русла реки Унжа с использованием ГИС-технологий

Выполнили:

Ученик 10 класса

Назметдинов Тимур Азаматович

ученица 9 класса

Никандрова Алиса Денисовна

обучающие ГБУ ЭБЦ «Следово»

Руководитель: Пантелеев Дмитрий Владимирович

педагог-организатор ГБУ ЭБЦ «Следово»

Кострома, 2026

Содержание

Введение	3
Актуальность проекта	3
Цель и задачи исследовательской работы	4
1. Теоретическая часть.....	5
1.1. Информация о реке.....	5
1.2 Климатические условия за 15 лет	6
1.3 Работа с Google Earth Engine	8
2. Практическая часть.....	11
2.1 Работа в программе QGIS	11
Вывод.....	14
Литературные источники.....	16

Введение

Реки всегда являлись важной частью экосистемы и жизни человека. Мы получаем пресную воду из рек, отлавливаем рыбу, используем как источник энергии, организуем на них транспортные пути, проводим активный отдых возле водоемов и многое другое. В природе реки важны не меньше: это поддержка биоразнообразия, часть круговорота воды, влияние на климат отдельных регионов и среда обитания.

В наше время, чтобы поддерживать и улучшать состояние рек, проводить анализ окружающей среды и отслеживать определённые территории, учёные используют многообразие цифровых технологий. Это спутниковое наблюдение, дроны для мониторинга труднодоступных участков, сенсоры для измерения качества воды прямо на месте, а также компьютерные модели и искусственный интеллект для обработки и анализа больших объемов данных. Такие методы позволяют быстро выявлять загрязнения, отслеживать изменения водного баланса и вовремя реагировать на экологические проблемы. Благодаря этому можно эффективно планировать охрану рек и минимизировать негативное влияние человеческой деятельности.

Для работы с геоданными и визуализации информации широко применяются программы Google Earth и QGIS. Google Earth позволяет легко просматривать спутниковые снимки, отслеживать изменения ландшафта и состояние водоемов в динамике. QGIS — это мощный инструмент для более глубокого анализа пространственных данных, создания карт, наложения различных слоев информации и моделирования экологических процессов. Использование этих программ помогает специалистам создавать наглядные отчёты, принимать решения и координировать мероприятия по защите рек на практике.

Актуальность проекта: Earth и QGIS, развиваются быстро и становятся всё более доступными. Однако многие взрослые и школьники, которые хотят изучать окружающую среду, часто не имеют навыков или опыта для их эффективного использования. Это ограничивает возможности полноценного анализа и понимания природных процессов. Была выбрана река Унжа, потому что это одна из немногих неизученных рек Костромской области.

Целью нашей работы являлось: Оценка состояния русла реки Унжи на основе спутниковых данных.

Задачами нашей работы являлось:

1. Проанализировать ширину русла реки Унжи в период с 2010 по 2025 годы в районах, где она протекает: пос.Первомайка Нейского муниципального района, пос.Горчуха и с.Красногореье Макарьевского муниципального района, города Макарьева и города Мантурово
2. Выявить расположение вдоль русла реки Унжа лесных, безлесных участков, населенных пунктов.

3. Определить наличие аллювиальных намывов, песчаных кос в русле реки Унжа.
4. Проанализировать полученные данные и обозначить их в картах программы QGIS.

1. Теоретическая часть

1.1. Информация о реке

У́нжа — река в Вологодской и Костромской областях России, левый приток Волги. Впадает в Унженский залив Горьковского водохранилища. Длина реки — 426 км, площадь водосборного бассейна — 28 900 км². Образуется слиянием Кемы и Лундонги. Протекая по территории Костромской области, впадает в Унжинский залив Горьковского водохранилища около города Юрьевца. Среднегодовой расход воды — в 50 км от устья — 158 м³/с, наибольший — 2520 м³/с, наименьший — 7,82 м³/с.

Основные притоки — Юза, Кунож, Вига, Понга, Нея (правые); Княжая, Межа, Пеженга, Ужуга, Пумина, Белый Лух, Чёрный Лух (левые).

На реке расположены города Кологрив, Мантурово, Макарьев и село Унжа.

Уже после своего образования из Кемы и Лундонги Унжа довольно широка, а после впадения Куножа и Виги река расширяется до 60 метров. В верхнем и среднем течении в малую воду обнажаются небольшие перекаты, скорость течения небольшая. Правый берег почти на всём протяжении реки высокий, крутой, селения располагаются преимущественно на нём. Левый берег — более низкий, местами заболоченный, лес часто отделяется полосой кустарника. Встречаются песчаные пляжи.

В нижнем течении у Макарьева река расширяется до 300 метров, ещё ниже начинает сказываться подпор Горьковского водохранилища. На последних 20 километрах река расширяется настолько, что чаще об этом участке говорят, как об Унженском заливе Горьковского водохранилища.

Ранее по Унже проводился интенсивный лесосплав. Сейчас он прекращён, однако на отдельных участках в реке до сих пор большое количество топляка.

Судоходство по Унже осуществляется в низкую воду — до Макарьева, в высокую — до Кологрива.

1.2 Климатические условия в 2010-2025 г.г.

Для анализа климатических условий, а именно: количество осадков выпавших за лето и среднюю дневную температуру использовали Ventusky и РП5. Ventusky (рисунок 1) — это метеорологический сервис, который отображает точные и наглядные данные о погоде на глобальной карте, включая ветер, осадки, облачность и температуру, с использованием данных из мощных числовых моделей (GFS, GEM, ICON)

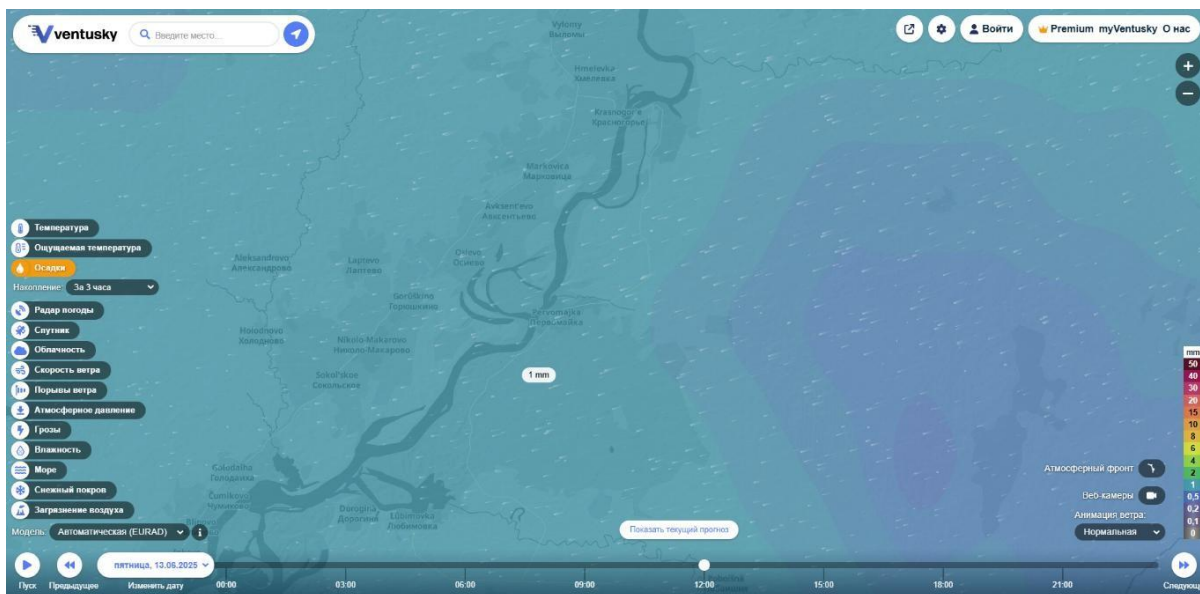


Рис. 1 – приложение Ventusky

РП5 — это "Расписание Погоды", сайт с прогнозами и фактическими данными о погоде по всему миру, который разрабатывает и сопровождает компания из Санкт-Петербурга с 2004 года. Сайт предоставляет подробные прогнозы на семь суток и наблюдения с метеостанций, обновляя информацию дважды в сутки и предоставляя данные в табличном формате для удобного изучения.



Рис. 2 – Платформа РП 5

Климатические условия в 2010-2025 г. на территории

Костромской области

Год	Кол-во осадков за лето, мм	Средняя дневная температура летом, С°
2010	199	20.5
2011	154	18.7
2012	228	17.3
2013	128	18.2
2014	205	17.2
2015	257	16.1
2016	328	18.1
2017	253	15.4
2018	208	17.5
2019	225	15.4
2020	186	16.7
2021	188	19.4
2022	122	19.2
2023	214	16.7
2024	285	18.7
2025	211	17.3

Таблица 1 - Климатические условия в 2010-2025 г. на территории Костромской области

Таким образом, самые холодные самые холодные лета наблюдались в 2017 и 2019 годах — 15.4 °С. Наиболее тёплое лето было в 2010 году — 20.5 °С. В целом, температура варьируется в пределах от 15.4 до 20.5 °С, при этом в последние годы температура часто превышает 18 °С (например, 2021 — 19.4 °С, 2022 — 19.2°С). Максимальное количество осадков выпало в 2016 году — 328 мм, что указывает на очень влажное лето. Меньше всего осадков было в 2022 году —

122 мм, что свидетельствует о засушливом периоде. В среднем осадки колеблются от 122 до 328 мм.

- Тенденции

В течение 15 лет наблюдается значительная изменчивость как температуры, так и количества осадков, что свидетельствует о нестабильности климатических условий. В последние годы присутствуют более жаркие и одновременно засушливые лета (например, 2022), что может указывать на изменение климата в сторону повышения температуры и рисков засух.

1.2 Работа с Google Earth Engine

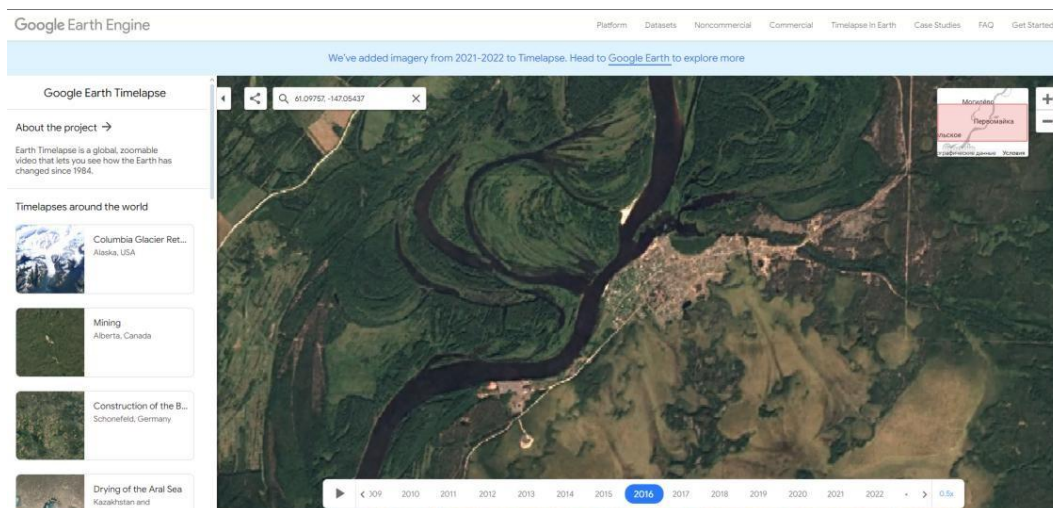
Google Earth Engine (GEE) – это облачная платформа, которая предоставляет доступ к обширному каталогу спутниковых снимков и геопространственных данных, сочетая его с масштабируемой вычислительной мощностью Google для анализа и визуализации данных.

С помощью программы мы отследили состояние реки на количество песчаных кос песчаные намывы за 15 лет

Песчаная коса- это узкая и длинная полоса суши, состоящая из песка, гальки и других наносов, которая выдается в водный объект (море, озеро, залив) и соединяется с берегом одним концом.

Песчаные намывы – это участки территории, образованные путем механизированной укладки песка с помощью потока воды, то есть гидронамывом.

Место наблюдения выбрали 5 населённых пунктов через которых протекает река Унжа (пос.Первомайка Нейского муниципального района, пос.Горчуха и с.Красногоре Макарьевского муниципального района, города Макарьева и города Мантурово)



Изменения мы увидели в 2014 г и 2022 г.

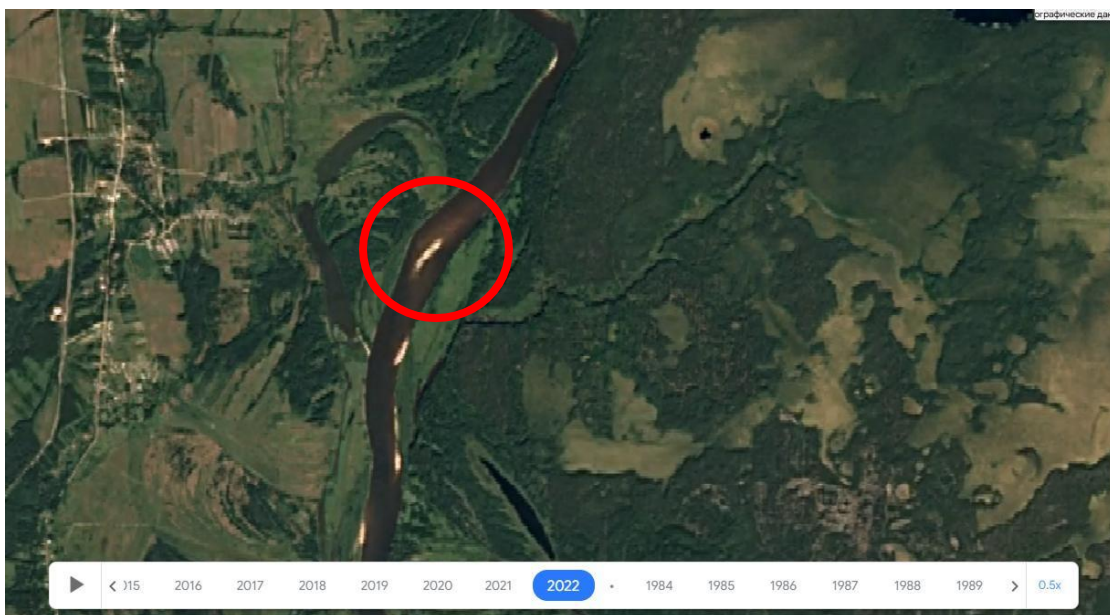


Рис 3-5 Работа в программе Google Earth Engine

Данные по наличию песчаных кос и намывов в населенных пунктах

Населенный пункт	Песчаные косы за 2010 г. (Шт.)	Песчаный намыв 2010 г. (Шт.)	Песчаные косы за 2025 г. (Шт.)	Песчаный намыв 2025 г. (Шт.)
Пос. Первомайка	1	0	2	0
с. Красногорье	2	1	2	0
г. Мантурово	7	1	8	1
г. Макарьево	6	1	11	1
пос. Горчуха	3	1	5	0

Таблица 2 - Данные по наличию песчаных кос и намывов в населенных пунктах

Выводы по изменению песчаных кос и песчаных намывов в населённых пунктах с 2010 по 2025 год

1. Песчаные косы

- Во всех населённых пунктах, за исключением с. Красногорья, наблюдается рост количества песчаных кос.
- Максимальный рост отмечен в г. Макарьево (с 6 до 11) и Мантурово (с 7 до 8).
- В пос. Первомайке и пос. Горчухе также наблюдается увеличение, но в меньших масштабах.
- В с. Красногорье количество песчаных кос осталось на уровне 2, без изменений.

2. Песчаные намывы

- Общее число речных намывов, напротив, показывает тенденцию к снижению или стабилизации.
- В трех населённых пунктах (пос. Первомайка, с. Красногорье, пос. Горчуха) намывы исчезли (с 1 или 0 до 0).
- В г. Мантурово и г. Макарьево количество песчаные намывы осталось стабильно малым (1).

За период 2010–2025 годов наблюдается тенденция к увеличению числа песчаных кос, что может свидетельствовать об изменениях в русле рек или береговой линии, увеличении наносов песка. В то же время количество песчаных намывов сокращается или стабилизируется, что указывает на снижение многорукавности рек или уменьшение площади отлогих водных участков в данных районах. Это может быть связано с гидрологическими изменениями, климатическими факторами или антропогенным воздействием.

2. Практическая часть

2.1 Работа в программе QGIS

QGIS — это бесплатная геоинформационная система (ГИС) с открытым исходным кодом, позволяющая создавать, редактировать, визуализировать, анализировать и публиковать пространственную информацию

Начали наносить слои, где река протекает (в программе Qgis).

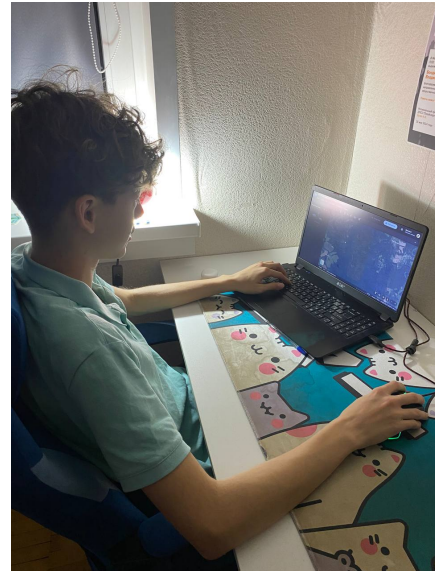


Рис. 6. - Работа в QGIS

После этого мы начали наносить зоны, которые окружали реку (Лес, без лес, населенный пункт)



Рис. 7. – Нанесение слоёв в программе QGIS в посёлке Первомайка

А затем наносили намывные форм рельефа русла реки Унжа

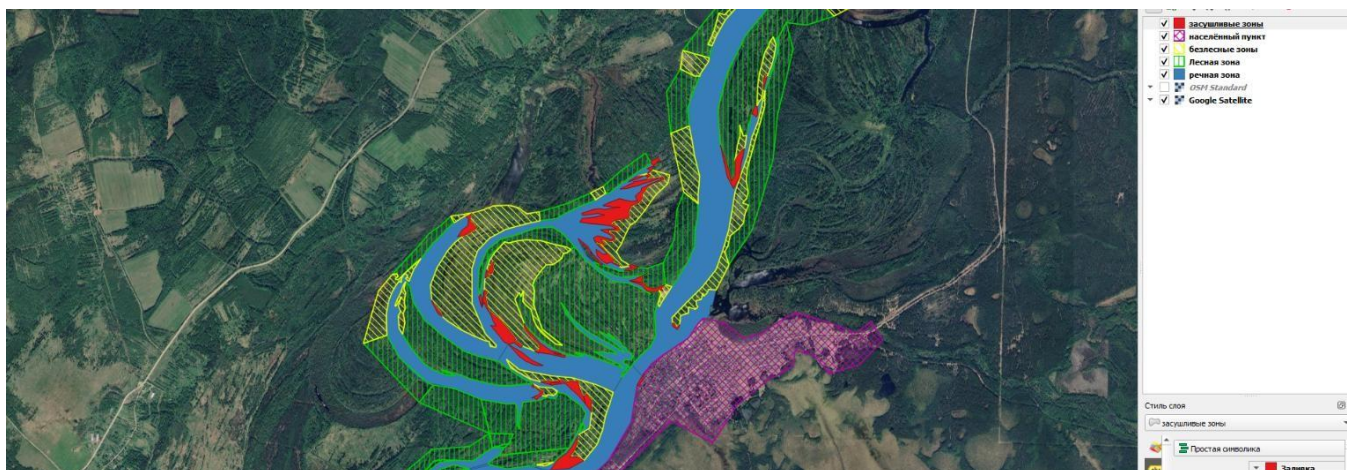


Рис. 8. – Нанесение слоёв в программе QGIS в селе Красногорье

Данные о реке Унже, протекающей в населенных пунктах.

С. Красногорье

год	осадки, мм	Ср. температура за лето, С°	Ширина реки, м
2010	-	24	232
2013	-	-	248
2016	-	-	241
2019	-	-	231
2022	-	-	237
2025	-	22.4	251

Пос. Первомайка

год	осадки, мм	Ср. температура за лето, С°	Ширина реки, м
2010	-	23.4	194
2013	-	-	173
2016	-	-	174
2019	-	-	182
2022	-	-	186
2025	6	21.9	189

Пос. Горчуха

год	Осадки М, мм	Ср. температура за лето, С°	Ширина реки , м
2010	289	26,1	143
2013	-	-	132
2016	-	-	134
2019	-	-	150
2022	-	-	139
2025	227,2	20,3	179

Г. Макарьев

год	осадки, мм	Ср. температура за лето, С°	Ширина реки , м
2010	67	19.9	216
2013	-	-	220
2016	-	-	230
2019	-	-	209
2022	-	-	233
2025	208	16.9	237

Г. Мантурово

год	осадки, мм	Ср. температура за лето, С°	Ширина реки, м
2010	71	23.6	131
2013	-	-	148
2016	-	-	143
2019	-	-	132
2022	--	-	135
2025	187	22.4	161

Таблица 3-7 Данные о реке Унже, протекающей в населенных пунктах

Анализ данных по ширине русла реки Унжа в различных населённых пунктах показывает общую тенденцию к увеличению ширины реки с 2010 по 2025 год. Это наблюдается во всех точках мониторинга: пос.Первомайка Нейского муниципального района, пос.Горчуха и с.Красногореье Макарьевского муниципального района, города Макарьева и города Мантурово.

В то же время данные о среднелетней температуре и осадках, где доступны, показывают колебания. Например, в с. Красногорье и пос. Первомайке средняя температура летом немного снижается к 2025 году, при этом осадки в пос. Первомайке и пос. Горчухе сохраняются на высоком уровне (особенно видно резкое увеличение осадков в 2025 году в пос. Горчухе и г. Макарьево).

Увеличение ширины реки может быть связано с несколькими факторами: ростом количества осадков, изменением климатических условий, возможным влиянием антропогенных факторов, таких как освоение территории. Важно отметить, что отсутствуют данные по осадкам и температуре за многие годы, что ограничивает возможность полной климатической оценки.

Изучаемая территория на 5% состоит из намывных форм рельефа, то есть участков с постепенным накоплением песка и других отложений. Остальные 95% площади занимают другие типы ландшафтов, которые характеризуются более стабильными или влажными условиями.

Подробно ознакомиться с результатами и методами исследования можно, перейдя по ссылке.

https://disk.yandex.ru/d/MW53kcEC_2i5VA

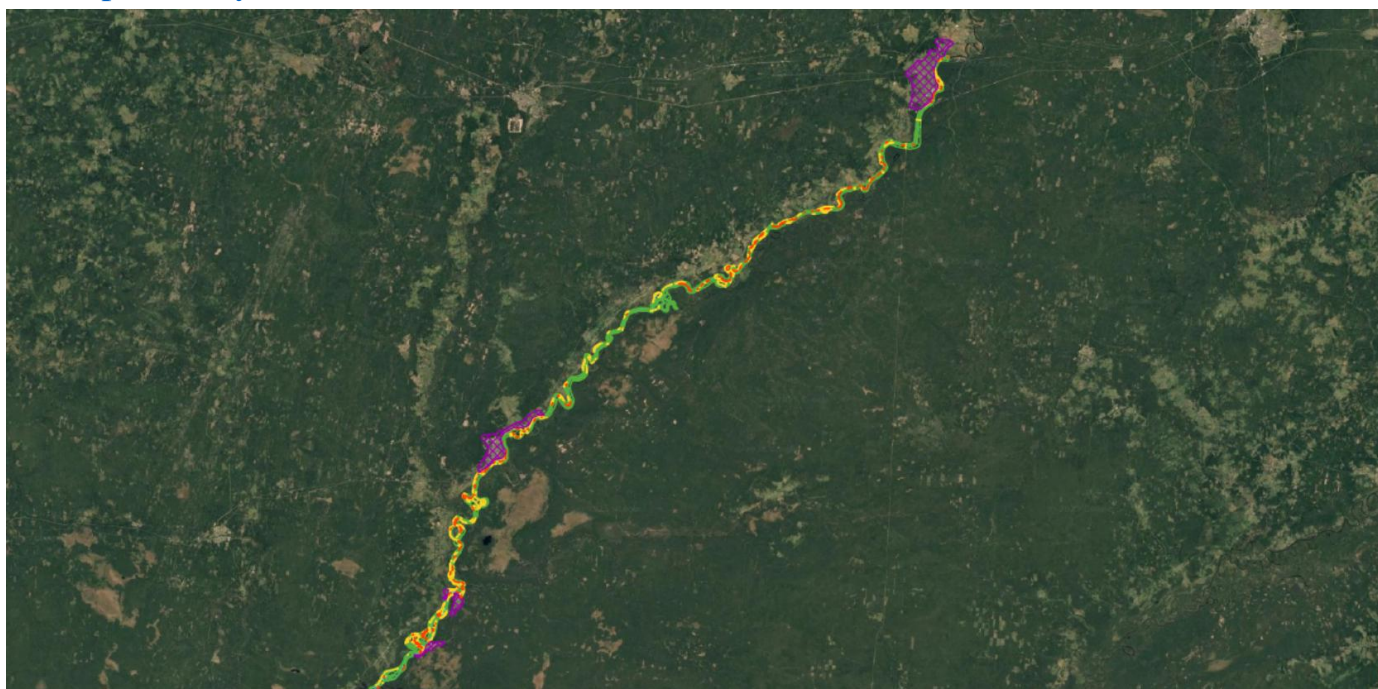


Рис. 9 общий итог работы в программе QGIS (От села Красногорье до города Мантурово)

Вывод

Произведённый анализ показал динамику ширины русла реки Унжа в исследуемых районах (пос.Первомайка, пос.Горчуха, с.Красногоре, г.Макарьев, г.Мантурово). В ходе мониторинга зарегистрированы участки как расширения, так и сужения русла, что связано с природными процессами эрозии и аккумуляции, а также антропогенным воздействием.

Вдоль русла выявлены чередующиеся лесные и безлесные участки. Лесные зоны обеспечивают стабилизацию берегов и способствуют снижению эрозии, в то время как безлесные участки более подвержены изменению береговой линии. Населённые пункты расположены преимущественно на участках с устойчивой береговой линией, что подчеркивает важность мониторинга для предотвращения возможных территориальных потерь.

По данным анализа наблюдаются аллювиальные намывы и образование песчаных кос в русле, что свидетельствует о активных процессах переноса и осаждения наносов. Эти процессы влияют на изменение русла, создают новые береговые формы и требуют учёта при планировании природоохранных мероприятий.

Все полученные данные корректно интегрированы и визуализированы в GIS-программе QGIS, что обеспечило наглядное представление пространственного распределения изменений русла, лесных зон, населённых пунктов и аллювиальных образований. территорией и предотвращению негативных последствий изменения русла.

Таким образом, проект предоставил полное представление о динамике русла реки Унжа, выявил важные природные и антропогенные факторы, влияющие на её состояние. Полученные результаты и визуализации являются надёжной основой для дальнейшего экологического мониторинга и управления водными ресурсами региона. В итоге проект продемонстрировал эффективность спутникового мониторинга и ГИС-технологий для комплексного анализа гидрологических и климатических изменений, а также стал базой для дальнейших исследований и принятия управленческих решений по сохранению речной экосистемы.

Литературные источники

1. Унжа // Словарь современных географических названий / Рус. геогр. о-во. Моск. центр; Под общ. ред. акад. В. М. Котлякова. Институт географии РАН. — Екатеринбург: У-Фактория, 2006.
2. Шестакова Л. Г. Унжа / гл. ред. Г. В. Судаков // Вологодская энциклопедия : энциклопедия. — Вологда : Русь, 2006. — С. 482. — 608 с. — 7000 экз. — ISBN 5-87822-305-8.
3. Унжа (приток Волги) // wikipedia URL:
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Унжа_\(приток_Волги\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Унжа_(приток_Волги))
4. История спутниковых карт // Google Earth Engine URL:
<https://earthengine.google.com/timelapse/?ref>
5. Общие сведения и история Костромы // Не сидится URL:
<https://nesiditsa.ru/city/kostroma>