



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Мытищинский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

КАФЕДРА «Лесоуправление, лесоустройство и геоинформационные системы (ЛТЗ-МФ)»

РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

НА ТЕМУ:

«Разработка ГИС-проекта части участкового Свердловского участкового лесничества для анализа и проектирования лесохозяйственной деятельности (кв. №№ 30, 31, 32, 33, 34, 39, 40)»

Студент ЛТЗ-21М _____
(группа) (Подпись, дата)

Руководитель ВКР _____
(Подпись, дата)

Консультант _____
(Подпись, дата)

2023 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Мытищинский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ЛТЗ-МФ
_____/С.И. Чумаченко/
« ____ » _____ 2023 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение курсового проекта

по дисциплине ГИС в лесоуправлении

Студент группы _____

(Фамилия, имя, отчество)

Тема курсового проекта:
Разработка ГИС-проекта части участкового Свердловского
участкового лесничества для анализа и проектирования
лесохозяйственной деятельности (кв. №№ 30, 31, 32, 33, 34, 39, 40)

Направленность КП (учебная, исследовательская, практическая, производственная, д.р.)
учебная

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР): кафедра

График выполнения КР: 25% к ____ нед., 50% к ____ нед., 75% к ____ нед., 100% к ____ нед.

Техническое задание:
Разработать ГИС для части территории участкового лесничества, сформировать
тематические карты насаждений, рельефа и почвенного покрова. Выполнить
анализ пространственных взаимосвязей растительности, почвенного покрова и
рельефа. На основе полученных данных в цифровом виде получить план
перспективных насаждений.

Оформление курсового проекта:

Расчётно-пояснительная записка на _____ листах формата А4.

Перечень графического (иллюстрированного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)

Дата выдачи задания: « 16 » февраля 2023 г.

Руководитель курсового проекта _____ / В.Н. Карминов /
(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

Студент _____ / _____ /
(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЛЕСЕ (литературный обзор)	5
1.1 История использования ГИС в лесном секторе	5
1.2 Современные аспекты применения ГИС в лесной сфере	8
Глава 2 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ, ВИДЫ РАЗРЕШЕННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ	13
2.1 Наименование, местоположение учебно-опытного лесничества.....	13
2.2 Общая площадь учебно-опытного лесничества и участков лесничеств. Распределение территории учебно-опытного лесничества по муниципальным районам	13
2.3 Распределение лесов лесничества по лесорастительным зонам и лесным районам.....	14
2.4 Распределение лесов Московского учебно-опытного лесничества по целевому назначению и категориям защитных лесов.....	16
2.5 Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда	18
2.6 Характеристика особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и объектов на исследуемой территории.....	19
2.7 Характеристика существующих объектов лесной, лесоперерабатывающей инфраструктуры и объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры.....	24
2.8 Лесорастительная зона и климат.....	25
2.9 Рельеф и почвы	25
2.10 Гидрография и гидрологические условия.....	27
Глава 3 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЁМ РАБОТ	28
3.1 Программа работы.....	28
3.2 Методика работ.....	28
3.3 Программное обеспечение.....	29
3.3.1 Программа Quantum GIS	29
3.3.2 Программа Microsoft Excel.....	33
3.4 Объём выполненных работ.....	34
Глава 4 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ МАТЕРИАЛОВ	37
4.1 Разработка структуры геоинформационной системы насаждений и почв Свердловского участкового лесничества	37
4.2 Цифровое почвенное картографирование	37

4.3	Построение цифровой модели рельефа.....	51
4.4	Моделирование почвенного покрова	67
4.5	Построение плана перспективных насаждений	69
4.6	Построение плана лесонасаждений	72
Глава 5 РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ.....		74
5.1	Бонитировка лесных почв и выбор целевой породы	74
5.2	План перспективных насаждений.....	76
5.3	Оценка существующей продуктивности насаждений	76
5.4	Эффективность предлагаемых мероприятий.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		78
ПРИЛОЖЕНИЕ		81

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время геоинформационные системы (далее – ГИС) активно внедряются в лесном хозяйстве при систематическом обновлении информационной базы лесного фонда и лесных ресурсов, ведении лесного реестра, организации мониторинга, контроле за лесозэксплуатацией. В области почвоведения возможности ГИС значительно ускорили почвенные исследования. Информационные технологии позволяют собрать воедино ранее полученные данные и имеют возможность дополнять и уточнять их без особых трудностей и затрат.

Актуальность данной работы заключается в оперативном получении точных и разновременных данных о почвенных и растительных ресурсах, основанных на долговременном мониторинге с возможностью получения исчерпывающей информации на конкретный момент времени.

Научная новизна. Научные исследования в области информатизации и компьютеризации прикладных аспектов лесохозяйственной практики являются перспективными и актуальными направлениями работы.

Главная *цель* данной работы – обработка и анализ пространственной и временной информации о почвах и насаждениях на основе геоинформационных технологий.

Практическая значимость. Создание информационно насыщенных ГИС-проектов с поддержкой пространственно-временной выборки и динамическим картографированием значительно повышают качество и целесообразность проведения лесохозяйственных мероприятий.

Глава 1 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЛЕСЕ (литературный обзор)

1.1 История использования ГИС в лесном секторе

Первый опыт создания ГИС связан с разработками, выполненными в начале 1960-х годов в Канаде по заданию Министерства лесного хозяйства и сельского развития. Для этих целей было создано отделение информационных систем регионального планирования, которое в течение 1963–1971 гг. разработало первую лесную ГИС. Аналогичные работы выполнялись в Швеции, однако здесь основные акценты были сделаны на учёте земельных ресурсов. В середине 1970-х здесь было разработано 12 геоинформационных систем. Расширению возможностей ГИС способствовало освоение новых источников данных для геоинформационных систем, таких как материалы дистанционного зондирования и данные глобальной системы позиционирования GPS (Global Positioning System). В СССР развитие геоинформационных технологий было связано с научными исследованиями и внедрением в производство разработок ВО «Леспроект» в начале 70-х годов прошлого столетия. Здесь работы были связаны с обоснованием технологий автоматизированной обработки и дешифрирования космо- и аэрофотоснимков для целей инвентаризации лесов и лесоустройства. Это позволило к 1983 г. создать технологию оформления лесных карт, в дальнейшем явившейся основой информационных систем с базой данных и возможностью распечатки лесоустроительных планшетов [6].

Реализация геоинформационных технологий в системе управления лесами была начата в лесоустроительных предприятиях России в конце 1980-х - начале 1990-х годов.

Возросшие требования к достоверности и оперативности информации о лесном фонде обусловили необходимость перехода на современные технологии при её сборе и последующем использовании. В этих целях появилась потребность в разработке и внедрении в производство программных и аппаратных средств геоинформационных технологий,

создании и систематическом обновлении информационной базы о лесном фонде и лесных ресурсах, обеспечивающей ведение государственного учёта лесного фонда, государственного кадастра, осуществление лесного мониторинга, контроля за лесозаготовкой.

Тесная связь информационных процессов в лесоустройстве и лесохозяйственной деятельности поставила задачу разработки соответствующих программных средств, позволяющих решать весь комплекс задач не только для автоматизации получения материалов лесоустройства, но и для общей компьютеризации лесного хозяйства [6].

Географические информационные системы (ГИС) в лесном хозяйстве – современные автоматизированные системы, позволяющие соединить несколько баз данных (прежде всего таксационную и картографическую). Эти системы имеют расчётные и модельные функции для работы с базами и преобразования в пространстве картографической информации для принятия на её основе разнообразных решений и осуществления контроля.

ГИС в лесоустройстве должна поддерживать следующие работы:

- ввод и хранение аэро- и космических снимков на носителях информации, автоматизированное таксационное дешифрирование изображений;
- ввод и обработку геодезических данных;
- совмещение и обработку геодезических, картографических и аэрокосмических материалов с целью создания и обновления планово-картографических материалов лесоустройства, других лесных карт;
- совмещение цифровых планово-картографических материалов и лесотаксационных баз данных для проведения однозначной совместной их актуализации (через картографо-геодезические данные, традиционные карточки таксации);
- ввод данных с систем геопозиционирования (GPS) или электронных тахеометров, их обработку для периодического (или текущего непосредственно в полевых условиях) создания планово-

картографических материалов с помощью полевых мобильных систем. Для этих целей экспедиции лесоустроительных предприятий оснащаются мобильными полевыми узлами, в которые до начала полевых работ вводятся материалы предварительного автоматизированного таксационного дешифрирования аэрокосмических снимков, а также материалы предыдущего лесоустройства и цифровые топографические карты. Все материалы полевых исследований вводятся в совмещенную базу данных непосредственно в полевых условиях;

- подготовку совмещённых баз данных для конкретных лесничеств и региональных органов управления лесами с возможностью пространственной визуализации запросов по лесотаксационным базам и выдача документов пользователям по установленным формам;
- обработку данных для получения документов, предусмотренных лесоустроительной инструкцией;
- создание и тиражирование необходимого количества планово-картографических материалов лесоустройства и других лесных карт;
- подготовку оригиналов карт для типографской печати;
- подготовку и печать материалов по разовым запросам.

Как картографическая, так и таксационная базы являются обязательными и главными составляющими ГИС лесоустройства.

Картографическая база несёт графическую информацию о пространственном размещении лесных объектов, полученную на топографической основе в заданной системе координат.

Таксационная база данных даёт подробную информацию о таксационной характеристике лесных объектов.

Базы данных российского лесоустройства содержат информацию примерно о 70 млн выделов, составляющих лесной фонд Российской Федерации. Таксационная информация о лесных участках хранится в БД двух форматов: СУБД-L (DOS) и PLP (Windows). Картографический блок

базируется на геоинформационных программах, как отечественных, так и зарубежных разработок.

Отраслевым стандартом при создании ГИС в лесном хозяйстве является инструкция «Требования к лесным электронным картам, совмещаемым с таксационной базой данных», утвержденная Рослесхозом в 1999 г. На её основе можно экспертно оценить созданные программные продукты и формировать единую техническую политику геоинформатизации, опираясь на согласованные форматы, структуры и содержание компьютерных систем.

1.2 Современные аспекты применения ГИС в лесной сфере

Сегодня традиционные методы определения параметров лесных объектов, которые основаны преимущественно на глазомерных оценках, всё чаще заменяются измерительными методами. Новые технологии проведения полевых работ, связанных с инвентаризацией лесов и лесным мониторингом, востребованы специалистами лесного хозяйства. Эти технологии основываются на использовании полевых компьютеров, приборов глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), лазерных дальномеров, электронных мерных вилок, беспилотных летательных аппаратов, цифровых фотокамер и других современных инструментов.

Технология инвентаризации и мониторинга лесов, которая объединила в единый технологический процесс формирование атрибутивной и картографической информации о лесных объектах, максимально автоматизирует процедуры измерения лесоводственно-таксационных и других показателей в лесу, обеспечивает контроль полноты и достоверности информации, формирует базы данных выполненных измерений в полевом компьютере, позволяет отображать лесные объекты на электронной карте компьютера непосредственно в полевых условиях.

Для обнаружения нелегальных лесозаготовок Рослесхоз с 2005 года активно развивает систему дистанционного мониторинга на основе данных дистанционного зондирования (материалов космических и аэросъемок). Для выявления и учёта изменений состояния лесов, происходящих в результате

негативных воздействий и использования лесов при проведении дистанционного мониторинга незаконных рубок и использования земель лесного фонда используются многозональные космические снимки с пространственным разрешением не более 10 м [6].

ГИС-технологии – это мощный набор программных средств для создания и редактирования географических баз данных, для целей пространственного анализа, поиска, представления и управления данными. Эти средства могут использоваться для поддержки разнообразных функций управления лесными ресурсами, в т. ч. разработки долговременной стратегии поставок древесины, составления прогнозов динамики запасов, выбора системы лесозаготовки, проведения визуального ландшафтного анализа с наложением делянок, решения споров относительно границ собственности, установления границ естественных местообитаний, моделирования сценариев распространения лесных пожаров, осуществления тактического планирования по тушению пожаров и т. д. [25].

ГИС-технологии обладают рядом достоинств, обеспечивающих приоритетность их использования при решении задач лесоводства отрасли. В числе этих достоинств – возможность создания мощной и гибкой модели на основе лесоводственно-таксационных данных, интегрированное управление табличными и географическими данными, векторная топология (точка, линия и полигон) и растровые модели данных, интеграция растровых и векторных изображений, поддержка стандартных форматов изображений и цифровое отображение, взаимосвязь с системами глобального позиционирования (GPS), возможности обмена данными в большом количестве форматов, автоматическое картирование, отображение тематических карт и составление таблиц, формирование запросов и выполнение различных видов анализа и др.

Программное обеспечение современных ГИС обеспечивает доступность географических данных для всех заинтересованных сторон на уровне района, области, страны. Именно это обуславливает целесообразность применения ГИС для планирования стратегического управления лесами, которое

заключается в составлении прогнозов (сценариев) при различных способах лесоуправления. Это особо важно для целей долгосрочных оценок динамики запасов древесины и состояния естественных условий местообитания. Прогнозирование основывается на применении моделей стратегии управления, описывающих не только текущее состояние лесных массивов, но и их динамику на основе ландшафтного подхода.

Использование ГИС при планировании управления на уровне лесосеки (делянки) при лесозаготовках основывается на возможности их применения для целей пространственного моделирования. Пространственные модели лесов используют как абсолютные, так и относительные географические привязки лесных массивов в проектировании и проверке стратегий лесозаготовок как части процесса планирования лесного хозяйства. ГИС позволяет учесть размещение отдельных лесонасаждений, разработать графики лесозаготовок, отобразить разработки в картографическом виде. Одновременно с этим географическая привязка участков позволяет учесть экономические и физико-географические особенности участков.

Применение ГИС существенно облегчает проектирование лесных дорог в части оценки альтернативных вариантов дорожной сети, учитывающих местоположение, время строительства, строительные стандарты дорожной сети и другие факторы. Планирование дорожной сети в лесу определяет надёжность оценок возможных годовых объёмов лесозаготовки. В сочетании с характеристиками лесонасаждений, такими как видовой состав и запасы деловой древесины, ГИС-технологии обеспечивают оперативный анализ выгодности проекта строительства дороги на основе экономических оценок, учитывающих затраты и эффект от строительства. Одновременно решаются другие прикладные задачи, такие как анализ устойчивости дорожного полотна и склонов с учётом рельефа местности и характера почвогрунтов, расчёты объёмов выемки и насыпи грунта, анализ просматриваемости, оценка воздействия на природную среду, анализ потоков транспортных средств и др.

Дистанционное зондирование для целей оценки лесоресурсного потенциала также включает элементы ГИС-технологий. Очевидна потенциальная значимость цифровой информации дистанционного зондирования для обновления характеристик лесного фонда. В то же время, чтобы практически использовать этот ценный источник информации, данные спутниковых изображений, полученных, например, на основе обработки космических снимков в среде ERDAS, должны получить географическую привязку и быть откорректированы с учётом рельефа и связаны с такой технологической инфраструктурой, как ГИС. Подобный подход целесообразен при решении задач планирования лесопользования в условиях недостатка информации о состоянии лесного фонда, проблем, связанных с первичными лесами и др.

Интегрированное управление ресурсами предполагает использование разнообразных источников данных и процедуры комплексного анализа, обычно в больших временных рамках и для обширных лесных территорий. Основная цель состоит в том, чтобы создать план освоения, приемлемый с точки зрения лесоводства, лесозаготовки, охраны окружающей среды. Основой плана служит исчерпывающая характеристика лесного фонда, данные о приросте и т. п. Другие показатели, интегрированные с базой данных, включают характеристики возможного воздействия на малонарушенные леса, зоны рекреации, водные ресурсы, биоразнообразие, привлекательность ландшафта. ГИС позволяет интегрировать все эти характеристики для объективной оценки и проверки альтернативных вариантов освоения. Возможность интеграции множества видов цифровых данных, включая управление базами данных, растровых систем, данных глобального позиционирования (GPS) позволяет использовать существующие возможности и системы управления базами данных для поддержки прикладных задач лесного хозяйства.

Всё вышесказанное позволяет считать целесообразным получение будущими специалистами лесного хозяйства основных знаний о ГИС-

технологиях и навыков по использованию методов и способов ГИС для организации рационального, непрерывного, неистощительного и устойчивого лесопользования [20].

Геоинформационные технологии находят широкое и успешное применение при изучении лесов и оценке их состояния. Доступными для исследовательских, отраслевых, производственных организаций и учебных заведений стали материалы космических съёмки нового поколения, являющиеся источником данных для ГИС. Проводятся экспериментальные работы по отработке методологии применения в лесном хозяйстве лазерной и радиолокационной аэросъёмки. Совершенствуются дистанционные методы мониторинга лесов, в т.ч. лесопожарный, контроля лесопользования, лесопатологический. Разрабатывается методология использования аэрокосмических методов при проведении государственной инвентаризации лесов. Расширяется применение информационных технологий и систем геопозиционирования при лесоустройстве и в лесничествах зоны интенсивного лесного хозяйства и лесопользования.

Геоинформационные технологии получили развитие в исследованиях, связанных с изучением лесных экосистем, оценкой биоразнообразия и экологической обстановки, сохранением особо охраняемых природных территорий, картографированием девственных лесов и другое [20].

Глава 2 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ, ВИДЫ РАЗРЕШЕННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

2.1 Наименование, местоположение учебно-опытного лесничества

Для осуществления задач по анализу почвенных ресурсов выбрано Свердловское участковое лесничество Московского учебно-опытного лесничества.

Московское учебно-опытное лесничество расположено на северо-востоке Московской области. На севере учебно-опытное лесничество граничит с Дмитровским и Сергиево-Посадским лесничествами, на востоке – с Ногинским лесничеством и Владимирской областью, на западе – с Дмитровским лесничеством, на юге и юго-востоке – с Ногинским лесничеством, на юго-западе – с Балашихинским городским округом.

Земли лесного фонда находятся на территории Пушкинского и Щелковского муниципальных районов, а также на небольшой части территории соседних городов Королев и Фрязино.

Учебно-опытное лесничества имеет протяжённость: с севера на юг – 44 км, с запада на восток – 52 км.

Контора лесничества расположена в городе Сергиев-Посад. Почтовый адрес лесничества: 141303, Московская область, г. Сергиев-Посад-3, посёлок Лесхоз.

2.2 Общая площадь учебно-опытного лесничества и участковых лесничеств. Распределение территории учебно-опытного лесничества по муниципальным районам

Приказом Рослесхоза от 12.01.2009 г. № 1 было создано Московское учебно-опытное лесничество, площадь лесничества составляет 63296 га. В состав лесничества вошли бывшие лесхозы Федерального агентства лесного хозяйства: Правдинский лесхоз-техникум и Щёлковский учебно-опытный лесхоз, в том числе территории, до этого бывшие во владении сельскохозяйственных организаций, общей площадью 4145 га. Структура

лесничества и разделение территории лесничества по муниципальным образованиям приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Структура лесничества

№	Наименование участкового лесничества	Муниципальный район (муниципальное образование)	Площадь, га
1	Алешинское	Пушкинский	7466
2	Тютчевское	Пушкинский	5575
3	Красноармейское	Пушкинский	5227
4	Учебно-опытное	Пушкинский	6831
5	Фряновское	Щелковский	7779
6	Огудневское	Щелковский	6641
7	Воря-Богородское	Щелковский	4988
8	Гребневское	Щелковский	6769
		Городской округ Фрязино	34
		Городской округ Королев	149
	Итого по участковому лесничеству		6952
9	Свердловское	Щелковский	7692
10	Щелковское сельское	Пушкинский	1850
		Щелковский	2295
	Итого по участковому лесничеству		4145
	Всего по лесничеству		63296
	в том числе по муниципальным районам:		
		Пушкинский	26949
		Щелковский	36164
		Городской округ Фрязино	34
		Городской округ Королев	149

2.3 Распределение лесов лесничества по лесорастительным зонам и лесным районам

Лесорастительное районирование – это разделение территории лесного фонда на части, в целом схожие внутри и различающиеся от других по природным условиям, формирующим распространение лесообразующих

древесных пород, состав, типы и продуктивность лесов, лесовосстановительные процессы.

Для рационального ведения лесного хозяйства лесорастительное районирование имеет огромное значение, оно позволяет повышать эффективность лесозаготовительных и лесовосстановительных мероприятий, направленных на рациональное использование и повышение продуктивности лесов.

Основой для лесохозяйственного и лесотаксационного районирования служит лесорастительное районирование, базируясь в том числе на остальных типах районирования: геоботанических, природных, физико-географических, естественно-исторических, агроклиматических и климатических.

Территории лесного фонда лесничества отнесены к зоне хвойно-широколиственных лесов и району хвойно-широколиственных лесов европейской части Российской Федерации (приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации (МПР РФ) № 68 от 28 марта 2007 г. «Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации» [15] (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Распределение лесов Московского учебно-опытного лесничества по лесорастительным зонам и лесным районам

№ п/п	Наименование участкового лесничества	Лесорастительная зона	Лесной район	Перечень лесных кварталов	Площадь, га
1	Алешинское	Хвойно-широколиственных лесов	Хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ	1...212	7466
2	Тютчевское			1...108, 110...165	5575
3	Красноармейское			1...137	5227
4	Учебно-опытное			1...199	6831
	Фряновское				7779
	В том числе:				
5	Фряновский лесохозяйственный участок			1...44	3401
	Аксеновский лесохозяйственный участок	1...41, 43...54, 56, 58...64	4378		
6	Огудневское	1...132	6641		
7	Воря-Богородское			1...101	4988

8	Гребневское	Хвойно-широколиственные леса европейской части РФ	Хвойно-широколиственные леса европейской части РФ		6952		
	В том числе:						
	Гребневский лесохозяйственный участок			1...69	3851		
	Щелковский лесохозяйственный участок			1...59	3101		
9	Свердловское						7692
	В том числе:						
	Свердловский лесохозяйственный участок			1,2,4...56, 62...73, 75...83, 85...102, 104...115		5247	
	Чкаловский лесохозяйственный участок			1...39		2445	
10	Щелковское сельское						4145
	В том числе:						
	Пушкинский район			1...29	1850		
	Щелковский район			1...12	2295		
	Итого по лесничеству				63296		

2.4 Распределение лесов Московского учебно-опытного лесничества по целевому назначению и категориям защитных лесов

Леса Московского учебно-опытного лесничества по целевому назначению относятся к защитным (согласно Лесному кодексу Российской Федерации) [15].

Защитные леса – это лесные насаждения, выполняющие защитную роль для разнообразных объектов от отрицательных природных или антропогенных воздействий. Имеют естественное и искусственное происхождение.

К защитным лесам относятся:

- противозерозионные;
- защитные лесные полосы;
- полезащитные;
- колки;
- балочные леса;
- ленточные боры.

Защитные леса, так же как все остальные леса, защитные леса аккумулируют органическое вещество, осуществляют снабжение кислородом атмосферу Земли, смягчают климатические условия, регулируют водосток, благоприятствуют сохранению биоразнообразия, а также являются местом отдыха. В основном их средообразующие, водоохранные, санитарные функции определяются в защите от разрушения и загрязнения почвенных ресурсов, водоёмов, и иных природных объектов, сохраняют возможность пользования антропогенными сооружениями и сельскохозяйственными угодьями.

Важна роль водоохранных лесов, они защищают водотоки и водоёмы от заиления и сохраняют их берега, вдоль которых тщательно отмечают участки, защищающие нереста ценных рыб.

Оздоровительные и санитарно-гигиенические леса находятся на территории населенных пунктов, в зонах санитарной охраны источников водоснабжения и курортов.

На территории учебно-опытного лесничества представлены категории:

1. Леса первого и второго поясов зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения (7249 га – 11,5 %).

Эти леса создают оптимальные санитарные условия для водных источников (питьевая вода), оказывают влияние на перевод стока поверхностного в грунтовый, предотвращают проявление и развитие эрозионных процессов, заиления и загрязнения водоёмы, а также сокращают испаряемость.

2. Защитные лесные вдоль железных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, которые находятся в собственности субъекта РФ (793 га – 1,2 %).

Эти полосы выполняют защитную функцию для дорог, сохраняя их от заносов снегом, от эрозионного воздействия воды и ветра.

3. Лесопарковые зоны (37053 га – 58,5 %).

Данная категория лесов осуществляет санитарно-гигиенические функции, создание благоприятных условий для отдыха населения города Москвы и Московской области.

4. Зелёные зоны (18201 га – 28,8 %).

Эта категория снабжает населённые пункты чистым воздухом, освобождает атмосферу от вредных примесей, регулирует водный режим рек и водоёмов, а также осуществляет огромную средозащитную, санитарно-гигиеническую, водорегулирующую, водоохранную функции, являются местом отдыха.

2.5 Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда

На 01.01.2009 г. площадь земель лесного фонда Московского учебно-опытного лесничества составляет 63296 га (2,9 % от площади земель лесного фонда Управления лесного хозяйства по Московской области и города Москва).

На основе распределения площади лесничества по категориям земель следует:

- земли, покрытые лесом, составляют 89,9 %, (из них лесные культуры – 13,7 %, несомкнувшиеся лесные культуры – 2,0 %);
- земли, не покрытые лесной растительностью, составляют 1,2 % (из них вырубki (0,9 %) и прогалины (0,3 %));
- нелесные земли составляют 6,7 % (из них прочие земли (2,7 %), дороги и просеки (1,4 %), болота (1,2 %)) (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда на территории учебно-опытного лесничества

Показатели характеристики земель	Всего по лесничеству	
	Площадь, га	%
1. Общая площадь земель	63296	100,0
2. Лесные земли – всего	59056	93,3
2.1. Земли, покрытые лесной растительностью – всего	56920	89,9
2.1.1. В том числе: лесные культуры	8649	13,7
Показатели характеристики земель	Всего по лесничеству	
	Площадь, га	%
2.2. Несомкнувшиеся лесные культуры	1263	2,0

2.3. Питомники, плантации	131	0,2
2.4. Естественные редины	3	–
2.5. Земли, не покрытые лесной растительностью – всего (фонд лесовосстановления)	739	1,2
2.5.1 в том числе:		
Гари	21	–
Погибшие древостой	7	–
Вырубки	559	0,9
Прогалины, пустыри	152	0,3
3. Нелесные земли	4240	6,7
В том числе:		
Пашни	67	–
Сенокосы	393	0,6
Пастбища	–	–
Сады	–	–
Воды	139	0,2
Дороги, просеки	849	1,4
Усадьбы	379	0,6
Болота	731	1,2
Прочие земли	1682	2,7

2.6 Характеристика особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и объектов на исследуемой территории

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – это участки земли, воздушного пространства и водной поверхности над ними, где находятся природные комплексы и объекты, имеющие важное природоохранное, культурное, эстетическое, научное, рекреационное и оздоровительное значение. Эти участки удалены решениями органов государственной власти совсем или частично из хозяйственного пользования и для них сформирован режим особой охраны (Федеральный закон от 14.03.1995 г. №33-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «Об особо охраняемых природных территориях» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019)).

Категории ООПТ:

- государственные природные заповедники (в том числе биосферные);
- государственные природные заказники;
- ботанические сады и дендрологические парки;
- курорты и лечебно-оздоровительные территории;
- объекты всемирного наследия;

- памятники природы;
- национальные парки;
- природные парки.

Московское учебно-опытное лесничество расположено на территории с хорошо развитой обрабатывающей, текстильной, химической, промышленностью, машиностроением, в лесничестве все же сохранились почти неизменные природные комплексы, имеющие перспективный научный интерес.

На всех выделенных территориях сформированы особые режимы охраны: полный запрет любого человеческого вмешательства в природные процессы или возможно незначительное воздействие в виде выполнения выборочных санитарных рубок, но лишь в том случае, если это не противоречит правовому режиму соответствующей территории.

Сохранению и развитию существующих ООПТ противостоит ряд проблем, основные из них:

- вырубка леса;
- захламливание и замусоривание территории;
- пожары;
- палы травы;
- распашка земель;
- разжигание костров;
- выпас скота;
- вытаптывание;
- сенокосение;
- сбор растений;
- охота;
- рыболовство;
- самовольные вырубки леса;
- загрязнение водоемов;

- проезд и стоянка автотранспорта;
- туристические стоянки;
- посещение территорий в запрещённое время;
- использование ядохимикатов на сельхозугодиях;
- строительство;
- отдельная хозяйственная деятельность, выполняемая в недопустимой близости от ООПТ;
- мелпоративные работы;
- размещение садов.

В лесничества определены ООПТ регионального значения, из них 4 природных заказника (916 га от общей площади лесничества).

Помимо имеющихся особо охраняемых природных территорий учебно-опытного лесничества были выделены заповедные лесные участки (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Перечень заповедных лесных участков

№ п/п	Участковое лесничество	Площадь, га	Местоположение	
			Кварталы	Выделы
1	Алешинское	374	83...86, 100...103, 110...113, 119, 120	Все выделы

Выше, перечисленные заповедные лесные участки сформированы в категории защитных лесов как леса, защищающие природные и иные объекты, в подкатегории леса, находящиеся в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников хозяйственно-бытового и питьевого водоснабжения.

На особо охраняемых территориях запрещено:

- изменять природный ландшафт;
- строить жилье и объекты рекреации за пределами населённых пунктов;
- передать в аренду и частную собственность природные ресурсы;

- разделять площади лесных массивов обновленной дорожной сетью и линейными коммуникациями.

Рекреационное пользование территории без установки стационарных объектов возможно за пределами ООПТ.

Всемирный фонд дикой природы (1989), установил, что биологическое разнообразие – это «все многообразие форм жизни на земле, миллионов видов растений, животных, микроорганизмов с их наборами генов и сложных экосистем, образующих живую природу». Из этого следует, что биологическое разнообразие необходимо исследовать на следующих уровнях:

- разнообразие видов в экосистемах;
- разнообразие этих экосистем;
- генетическое разнообразие (генов и их вариантов – аллелей).

На уровне вида биологическое разнообразие распространяется на всё разнообразие видов на Земле от бактерий и простейших до царства многоклеточных растений, животных и грибов. В более узком понятии биологическое разнообразие содержит генетическое разнообразие видов, сформированное как географически распространенными популяциями, так и особями одной. А также, включает разнообразие экосистем, видов, биологических сообществ, полученных сообществами и взаимодействия между этими уровнями.

Для осуществления непрерывного выживания видов и природных сообществ нужны все уровни биологического разнообразия, которые, в том числе, имеют значение для человека. Разнообразие видов характеризует богатство эволюционных и экологических приспособленностей видов к различным средам. Для человека это является источником разнообразных естественных ресурсов.

На уровне сообществ разнообразие представляет массовый отклик видов на разнообразные условия окружающей среды. Биологические сообщества, свойственные для лесов, степей, пустынь и затопляемых земель, сохраняют непрерывность нормального функционирования экосистемы, выполняя её

«обслуживание», например, регулированием паводков, защиты от почвенной эрозии, фильтрации воздуха и воды.

Сохранение биоразнообразия – это сложнейший, комплексный и значимый процесс, осуществляемый посредством системы мероприятий, сохраняющих устойчивость экологических свойств леса в многолетней перспективе, в процессе ведения лесного хозяйства.

Сохранение биоразнообразия входит в всемирную концепцию стратегии и тактики выживания человечества, туда входит:

- рациональное пользование ресурсами моря;
- планирование и не истощительное пользование земельных ресурсов;
- борьба с сокращением площади лесов;
- устойчивое использование природных экосистем;
- устойчивое развитие сельского хозяйства;
- уменьшение уровня техногенных воздействий на воду, почву и воздух.

Естественная динамика леса является базой для сохранения и приумножения биоразнообразия, и учитывается при планировании и проведении лесохозяйственных мероприятий.

Мероприятиям по сохранению биоразнообразия:

- сохранение элементов биологического разнообразия при проведении лесохозяйственных мероприятиях;
- имитация естественной динамики леса.

Целям сохранения естественной динамики леса при ведении лесного хозяйства являются:

- защищать и сохранять редкие и исчезающие виды, занесённые в Красную книгу;
- сохранять экологических свойств леса на всех его уровнях в пространстве и во времени.

На сегодняшний день в Московской области обитает более 60 видов млекопитающих, 18 видов пресмыкающихся и земноводных, зимует около 300 видов птиц.

2.7 Характеристика существующих объектов лесной, лесоперерабатывающей инфраструктуры и объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры

Для осуществления переработки древесной и лесной продукции формируется лесоперерабатывающая инфраструктура (объекты переработки древесины, биоэнергетические объекты и иные). На территории учебно-опытного лесничества нет объектов для переработки древесины. В соответствии с Правилами использования лесов для переработки древесины и иных лесных ресурсов, создание и размещение объектов лесоперерабатывающей инфраструктуры на территории защитных лесов запрещено.

Имеющиеся объекты лесной инфраструктуры в основном представлены лесными дорогами, квартальными просеками и противопожарными разрывами. Протяжённость автомобильных дорог на территории лесничества составляет 847 км, из них 638 км лесохозяйственные дороги и дороги общего пользования, в том числе – 216 км круглогодичного пользования. Транспортными путями, по которым осуществляется вывоз переработанной древесной продукции в лесничестве, являются дороги общего пользования. Вся протяжённость дорожной сети на 1000 га земель лесного фонда составляет 13 км. На территории учебно-опытного лесничества относительно высоко обеспеченно дорогами. Неравномерная дорожная сеть в лесах лесничества создает сложности для качественной лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности. Грунтово-естественные дороги эксплуатируются, чаще всего, в сухое время года. На период действия лесохозяйственного регламента определен масштаб строительства лесных и противопожарных дорог – 30 км, содержания и реконструкции – 300 км. А также определен объем выполнения рубок леса, связанных с формированием лесной инфраструктуры:

- расчистка квартальных просек и границ на площади 189 га;
- вырубка квартальных просек и границ на площади 31 га;
- объем иных рубок составляет 220 га с вырубаемым запасом 4,4 тыс. м³.

Для осуществления реконструкции, строительства и использования линейных объектов эксплуатация лесов выполняется на основании статьи 21 Лесного кодекса РФ и установлено на площади 1,5 тыс. га.

2.8 Лесорастительная зона и климат

Леса Московского учебно-опытного лесничества расположены в подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, лесорастительный район – сосновые леса с примесью ели и широколиственных пород.

Климат умеренно-континентальный, с преимущественно тёплым летом и умеренно холодной зимой.

Абсолютная максимальная температура плюс 35 °С, абсолютная минимальная температура минус 8 °С. Среднегодовая температура воздуха составляет плюс 3,5 °С. Среднегодовое количество осадков – 549 мм, относительная влажность воздуха – 80 %.

Первые осенние заморозки начинаются 20 сентября. Последние весенние заморозки – 13 мая. Вегетационный период составляет около 151 дня.

На основе вышенаписанного следует, что климат Московского учебно-опытного лесничества достаточно благоприятен для произрастания основных древесных пород: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели европейской (*Picea abies* L. H.Karst.), березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) и других.

Зимой и осенью преобладающие ветры – юго-западного и западного направления, летом и весной – южного и юго-восточного. Средняя скорость ветра за год – 4,2 м/сек.

Ближе к концу ноября на обследуемой площади учебно-опытного лесничества формируется устойчивый снежный покров с продолжительностью около 158 дней. Глубина промерзания почв (дерново-подзолистых суглинистых) в зимний период составляет 90 см, минимальная – 50 см.

2.9 Рельеф и почвы

По строению рельефа площадь учебно-опытного лесничества делится на следующие части:

1. Северная с отметками 180...200 м. Находящаяся на южной части Клинско-Дмитровской возвышенности. Рельеф волнистый, сильно переработанный водными потоками. Эрозия способствовала его размыву, а также разрушительная деятельность ледника.

2. Средняя с высотами 160...180 м. Это остаточно-холмистая моренная равнина, переходная часть от Клинско-Дмитровской возвышенности к Мещёрской низменности. Здесь расположена северная часть Свердловского участкового лесничества. Рельеф этой территории скрыт разветвлённой балочной сетью. Водоразделы слабоволнисты с нередко встречающимися заболоченными бессточными западинами. Реки текут в достаточно разработанных долинах. Моренный рельеф иногда достаточно размыт, по его краям и вдоль речных долин присутствуют песчаные равнины, незаметно переходящие в Мещёрскую низменность.

3. Южная с отметками 140...150 м, восточная часть Мещёрской низменности. К ней относится южная часть Свердловского участкового лесничества. Данная низина сформирована песчаными отложениями, покрытыми чехлом суглинков разной мощности. Расчленённость совсем незначительна. Множество бессточных западин, занятых болотами и озёрами.

Рельеф участкового лесничества в целом равнинный с общим уклоном с северо-запада на юго-восток.

Почвы сформировались на мощных отложениях четвертичного периода. Почвообразующие (материнские) породы представлены наносами различной мощности:

- верхняя и средняя морена, обеспеченная и переотложенная в зоне размыва;
- флювиогляциальные и древнеаллювиальные отложения;
- покровные суглинки и делювий, разного гранулометрического состава и происхождения.

На территории Свердловского участкового лесничества преобладают дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые почвы на Морене. На

покровных суглинках почвы встречаются редко, а в южной части лесничества расположены слоистые почвы на аллювиальных наносах.

Сравнительно плодородная материнская почвообразующая порода на всей площади Московского учебно-опытного лесничества – покровные суглинки (ПС), для которых характерна повышенная ёмкость катионного обмена.

2.10 Гидрография и гидрологические условия

На территории учебно-опытного лесничества находятся искусственные водоёмы – пруды различных размеров. Процессы заболачивания выражены незначительно.

В лесничестве лесосоушительные мероприятия не проводятся, в связи с тем, что гидролесомелiorативный фонд представлен относительно небольшими участками, распространёнными по территории.

Основная водная артерия данной местности – река Клязьма – приток реки Ока. Глубина залегания грунтовых вод варьируется в достаточно широких пределах – от 0,5 м (Чкаловское участковое лесничество) до 12 м (Фряновское участковое лесничество).

Глава 3 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЁМ РАБОТ

3.1 Программа работы

Программа работ предусматривала оцифровку научных и производственных материалов для получения геоинформационной системы почв и насаждений на заданную территорию. Для данной территории средствами геоинформатики был получен план перспективных насаждений и выполнена оценка эффективности предлагаемых мероприятий.

3.2 Методика работ

В данной работе применялись следующие методики:

- привязка растров (Инструмент создания файлов привязки для растровых изображений. Он позволяет ссылаться на географическую или спроектированную систему координат путём создания нового файла формата GeoTiff или объединения файла привязки с существующим изображением),
- классификация растров (Процесс извлечения информации из многоканальных растровых изображений, обычно с целью создания тематических карт для дальнейшего пространственного анализа),
- работа с растровыми данными (Реализация работы с растрами в QGIS основана на библиотеке GDAL, что позволяет открывать данные в форматах Arc/Info Binary Grid, Arc/Info ASCII Grid, GeoTIFF, Erdas Imagine и многих других. Работа с растровыми данными GRASS реализована через отдельный провайдер),
- векторизация (Ручное или автоматическое преобразование растрового изображения в его векторное представление. Благодаря такому преобразованию исходное изображение получает все преимущества векторной графики – малые размеры файла, возможность масштабирования и редактирования без потери качества),
- оцифровка (Процесс сохранения информации о геометрии и атрибутах объекта в цифровом формате на диске компьютера),

- интерполяция данных (Методика ГИС для создания непрерывной поверхности из дискретных точек),
- разные виды пространственного анализа (Преобразование векторных объектов; превращение точек, линий, полигонов в другую геометрию; изменение растровых геоданных в векторные и наоборот),
- объединение картографической и атрибутивной составляющей,
- разработка типовых макетов для создания электронных тематических карт.

3.3 Программное обеспечение

3.3.1 Программа *Quantum GIS*

QGIS – это бесплатная компьютерная географическая информационная система с открытым исходным кодом. Данная геосистема предназначена для создания и редактирования данных, производства карт и выполнения аналитических операций. QGIS активно поддерживается международным сообществом (Россия представлена командой NextGIS). Она работает под управлением Windows и большинством платформ Unix и Mac OS, содержит многочисленные векторные и растровые форматы и базы данных, а также разнообразные вспомогательные средства. Подключая необходимые модули, можно решать разнообразные задачи.

QGIS, позволяет совершать следующие действия:

- Просмотр данных;
- Исследование данных и компоновка карт;
- Управление данными (создание, редактирование и экспорт);
- Анализ данных;
- Экспорт карт в сети Интернет;
- Расширение функциональности QGIS с помощью модулей.

Работа над QGIS была начата в мае 2002 г. На сегодняшний день это одна из наиболее динамично развивающихся и функциональных настольных ГИС, основными преимуществами которой являются:

1. *Бесплатное распространение.* Исходя из условий лицензии GNU General Public License, использование, копирование и распространение QGIS для любых целей, в т. ч. коммерческих, не требует финансовых отчислений;

2. *Свобода.* Благодаря открытости исходного кода, пользователи не только могут изучать особенности устройства QGIS, но и модифицировать её в соответствии с собственными потребностями;

3. *Динамичное развитие.* С 2014 г. новая версия выходит 3 раза в год;

4. *Обширная документация.* Регулярно выходят в свет подробные руководства. Множество вопросов по работе в QGIS обсуждаются на специальных форумах.

5. *Интероперабельность* – гибкость во взаимодействии с различными аппаратными базами, операционными системами и программным обеспечением. Благодаря этому свойству QGIS может:

- 1) устанавливаться на Windows, Mac OS X, Linux, Android;
- 2) поддерживать различные форматы и модели данных, а именно: более 60 форматов растровых данных, более 20 – векторных.

В настоящее время QGIS – полнофункциональная ГИС, способная решать широкий спектр задач по созданию, анализу, представлению геоданных и управлению ими.

В работе применялись следующие пункты:

- Обзор и наложение векторных и растровых данных в нескольких форматах и проекциях без конвертирования во внутренний или единый формат;
- Составление карт и изучение пространственных данных с применением комфортного визуального интерфейса. Он включает в себя ряд важных инструментов;
- Формирование, изменение и экспорт векторных данных в различных форматах.
- Расширенные средства работы с базами данных.

В среде QGIS выполнено:

- Предварительная обработка результатов почвенной съёмки, а именно с помощью инструментов пространственного анализа, выбрали из общей базы данных почвенной съёмки только те точки, которые относятся к кварталам 30, 31, 32, 33, 34, 39 и 40;
- Пространственный анализ для трёх векторных слоёв, характеризующих почвенный покров;
- Усреднение двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и оцифровки топографических карт с помощью калькулятора растров. Для полученной ЦМР получили изолинии с шагом в диапазоне 2,5...10 м, в зависимости от рельефа;
- Сравнение двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и проекта FABDEM, а также аналогичное сравнение между объединённой ЦМР (SRTM и топокарты) и ЦМР проекта FABDEM. Результат анализа представлен в виде коэффициента пространственной корреляции двух ЦМР с разрешением 20×20 м.

Получены данные о рельефе, используя результаты радарной космической съёмки (проект SRTM), которые представили в виде цифровой модели рельефа (растр) и векторных горизонталей с шагом 5 м.

Оцифрованы горизонтالي поверхности земли и существующая гидрографическая сеть.

Построена TIN модель рельефа на основе предварительно оцифрованных горизонталей поверхности земли и существующей гидрографической сети.

В работе выполнены следующие классификации:

- почвенных разрезов,
- почвенных контуров,
- почвенного контура по гранулометрическому составу и материнской породе,
- гранулометрического состава,

- почв,
- материнской породы,
- перспективной породы,
- преобладающей породы, групп возрастов и категории земель.

Также в работе отвекторизованы:

- водные объекты,
- горизонтали,
- реки,
- наши точки с определёнными высотными отметками.

В работе использованы различные функции, методы и инструменты:

- функция «Создать слой GeoPackage»,
- функция «Новый временный слой»,
- функция «Создать временный слой»,
- метод «Сглаживание» для линейных объектов,
- функция «Создать изолинии»,
- функция «Разбить линиями»,
- функция «Выбрать по расположению»,
- функция «Объединение»,
- функция «Объединение атрибутов по расположению»,
- функция «Объединить по признаку»,
- функция «Объединить векторные слои»,
- функция «Обрезать растр по маске»,
- функция «Обрезать растр по охвату»,
- функция «Извлечь охват слоя»,
- функция «SAGA “Raster Spline Interpolation / Thin plate spline (TIN)”»,
- функция «Fill Sinks XXL (Wang & Liu)»,
- функция «Add Raster Values to Points»,
- функция «Thin Plate Spline (TIN)»,
- функция «Интерполяция TIN»,

- функция «Channel Network and Drainage Basins»,
- функция «Elevation Profile»,
- функция «Отсечь»,
- функция «Разница»,
- функция «Упростить»,
- функция «Упростить объект»,
- функция «Пересечение»,
- функция «Удалить выбранные полигоны (присоединить к соседним)»,
- функция «Разбить составную геометрию»,
- функция «Деформация (перепроецирование)»,
- функция «Преобразовать формат»,
- функция «Пиксели в точки»,
- функция «Калькулятор растров»,
- функция «Совместить растры»,
- функция «Растреризация (вектор в растр)»,
- инструменты «Разделить объекты» и «Объединить выделенные объекты»,
- инструмент редактирования вершин.

Также произведена работа с калькулятором полей.

3.3.2 Программа Microsoft Excel

Microsoft Excel – одна из самых популярных программ для работы с электронными таблицами, а также функциональный инструмент визуализации и анализа данных. Эта программа создана корпорацией Microsoft для Microsoft Windows, Windows NT и Mac OS, а также Android, iOS и Windows Phone. Она предоставляет возможности экономико-статистических расчётов, графические инструменты и, за исключением Excel 2008 под Mac OS X, язык макропрограммирования VBA. Microsoft Excel входит в состав Microsoft Office.

Приложение располагает удобным интерфейсом, в который входит непосредственное «поле работы» – лист, состоящий из активных ячеек, а также панель инструментов, представляющая быстрый доступ к наиболее часто выполняемым функциям. Кроме того, программа располагает возможностью создания нескольких рабочих листов, которые можно переименовывать.

В данном курсовом проекте в программе Microsoft Excel выполнены следующие виды работ:

- Работа с данными, перенесённых из программы QGIS: удаление дубликатов; производство интерполяции; определения целевой породы и класса бонитета целевой породы; подсчёт площади в гектарах, в процентах и средневзвешенного класса бонитета целевых пород;
- С помощью сводных таблиц выполнен расчёт пространственной корреляции и коэффициента пространственной корреляции;
- С помощью инструмента анализа «Описательная статистика» подсчитана базовая статистика;
- Построены графики, диаграммы, гистограммы по введённым данным.

3.4 Объём выполненных работ

В рамках выполнения курсового проекта осуществлена последующая деятельность:

1. Построен план расположения почвенных разрезов площадью 397,86 га.
2. Построена почвенная карта по генетической части почвы (план расположения почвенных контуров) площадью 397,86 га.
3. Построена почвенная карта по генетической части почвы автоматизированным методом с помощью функции SAGA “Raster Spline Interpolation / Thin plate spline (TIN)” площадью 397,86 га.
4. Построена почвенная карта по гранулометрическому составу и материнским почвообразующим породам автоматизированным методом с

помощью функции SAGA “Raster Spline Interpolation / Thin plate spline (TIN)” (интерполяция сплайном) площадью 397,86 га.

5. Подсчитан баланс площадей почвенных контуров (для почвенной карты, построенной вручную), который составляет 397,86 га. Подсчитан баланс площадей почвенных контуров (для почвенной карты, построенной с помощью интерполяции сплайнами), который составляет 397,86 га. Подсчитан баланс площадей почвенных контуров (для объединённых слоёв), который составляет 397,88 га.

6. Построена почвенная карта площадью 397,86 га.

7. Получены данные о рельефе, на основе результатов радарной космической съёмки (проект SRTM).

8. Получены данные о рельефе и гидрографии из топографических карт, а именно протяжённость гидрографической сети составляет 15,8 км.

9. Построена карта векторизации и гидрографической сети.

10. Построена TIN модель рельефа на основе предварительно оцифрованных горизонталей поверхности земли и существующей гидрографической сети.

11. Выполнен анализ двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и оцифровки топографических карт, а именно значение коэффициента пространственной корреляции равно 0,39 и число пикселей 20384.

12. Выполнено усреднение двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и оцифровки топографических карт с помощью калькулятора растров.

13. Выполнена актуализация квартальной сети согласно текущей версии лесоустройства Свердловского участкового лесничества (2021 г).

14. Выполнено сравнение двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и проекта FABDEM, а именно значение коэффициента пространственной корреляции равно 0,82 и число пикселей 20383.

15. Выполнено аналогичное сравнение между объединённой ЦМР (SRTM и топокарты) и ЦМР проекта FABDEM, а именно значение

коэффициента пространственной корреляции равное 0,81 и число пикселей 20383.

16. Построена гидрографическая сеть на основе модели ЦМР (SRTM) и в ней определены водосборные бассейны.

17. Получены параметры гидрографической сети, а именно количество элементов – 17 шт. и общая протяжённость – 11522,825 м. Также получены параметры водосборных бассейнов, а именно количество элементов – 2 шт. и общая площадь – 8153200 м².

18. Выполнен сравнительный анализ двух ЦМР, построена гистограмма расхождений в определении высотных отметок и получена базовая описательная статистика.

19. Построены продольные профили по данным имеющихся ЦМР.

20. Построена почвенная карта с продольным профилем.

21. Построена почвенная карта по данным имеющихся ЦМР. Также подсчитан баланс площадей почвенных контуров, а именно площадь, занимаемая почвенной разностью, составляет 387,88 га.

22. Построен план перспективных насаждений, установлена бонитировочная шкала Свердловского участкового лесничества. Также подсчитана оценка продуктивности перспективных насаждений, а именно площадь целевой породы сосны составляет 313,38 га, а ели – 74,50 га.

23. Построен план существующих насаждений. Также подсчитаны показатели продуктивности существующих и перспективных насаждений, а именно площадь существующих насаждений целевой породы сосны составляет 116,8 га, а ели – 102,4 га.

Глава 4 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Разработка структуры геоинформационной системы насаждений и почв Свердловского участкового лесничества

Для многих типов пространственных операций конечным результатом является представление данных в виде карты или графика. Карта – это очень эффективный и информативный способ хранения, представления и передачи географической информации. Раньше карты создавались на столетия. ГИС предоставляет новые удивительные инструменты, расширяющие и развивающие искусство и научные основы картографии. С её помощью визуализация самих карт может быть легко дополнена отчётными документами, трёхмерными изображениями, графиками, таблицами, диаграммами, фотографиями и другими средствами, например, мультимедийными.

4.2 Цифровое почвенное картографирование

На первом этапе работы загрузили исходные данные и добавили OpenStreetMap в среду QGIS. Затем выбрали и преобразовали свои кварталы в соответствии с исходными вариантами. Далее выбрали только те почвенные разрезы, которые входят в наши кварталы. Затем классифицировали почвенные разрезы и подписали их (Рисунок 1).

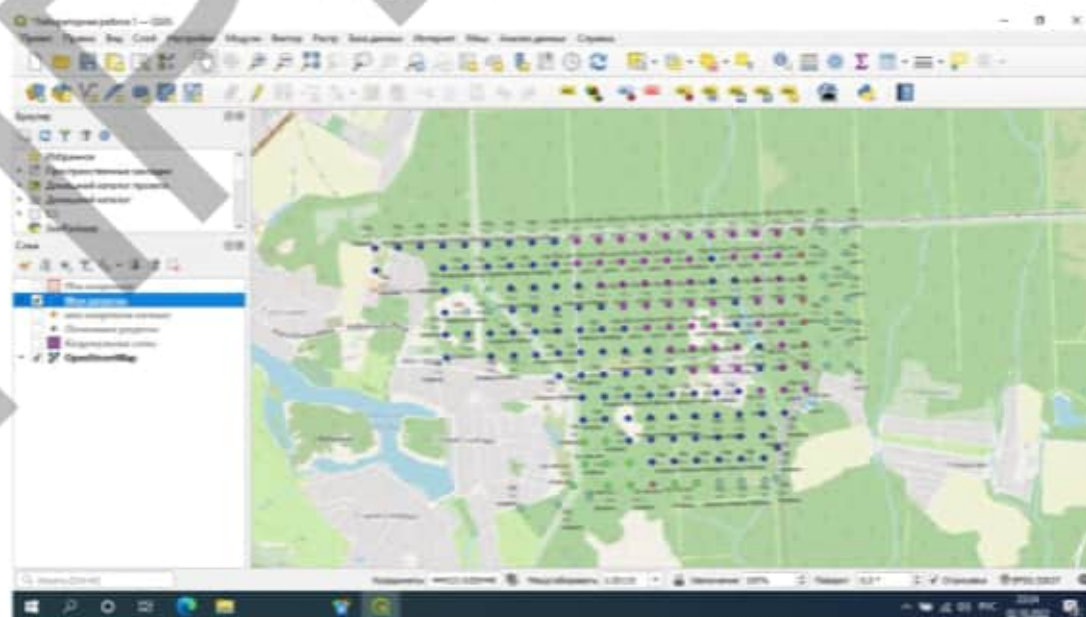


Рисунок 1 – Классификация почвенных разрезов

В результате работы в кварталах 30, 31, 32, 33, 34, 39 и 40 выполнили предварительную обработку результатов почвенной съёмки с помощью инструментов пространственного анализа в среде QGIS.

На следующем этапе работы создали полигональный временный слой «Заготовка под почвенные контура». Затем создали линейный временный слой «Границы почвенных контуров», разделили почвенные разрезы по генетической части. Затем применили метод «Сглаживание» для линейных объектов (Рисунок 2).

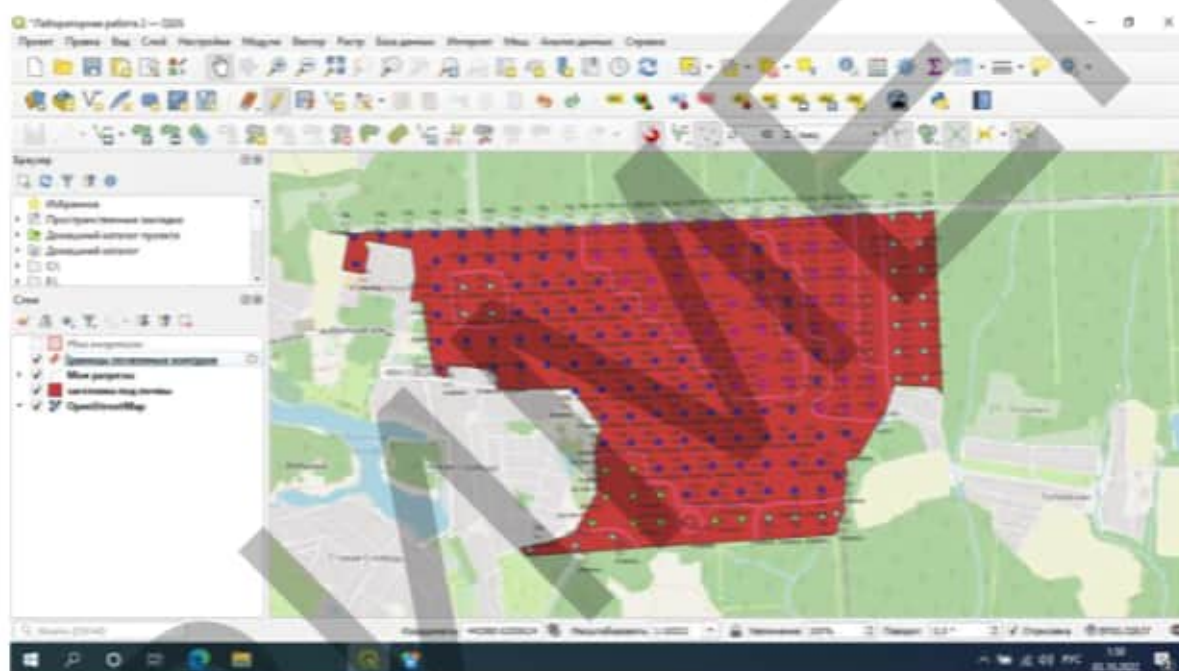


Рисунок 2 – Построение границ почвенных контуров

Далее в меню использовали вкладку "Анализ данных", далее воспользовались функцией "Разбить линиями". Затем в меню использовали вкладку "Вектор", далее «Управление данными» и воспользовались функцией "Выбрать по расположению». Затем в слое «Связанный слой» в таблице атрибутов с помощью калькулятора полей посчитали площади и убрали ненужные нам объекты. Затем классифицировали почвенные контура (Рисунок 3).

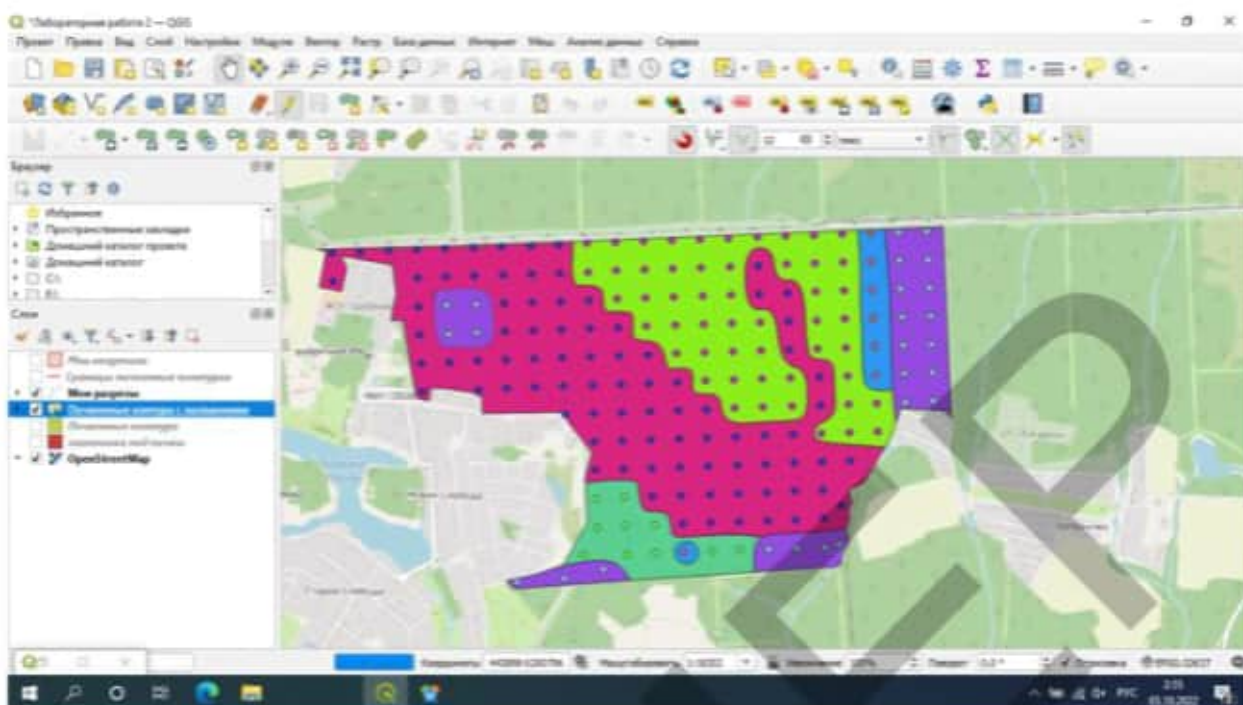


Рисунок 3 – Классификация почвенных контуров

В результате работы выполнили построение почвенной карты по генетической части почвы.

На следующем этапе работы в слое «Мои разрезы» в таблице атрибутов с помощью калькулятора полей заполнили высотную отметку почвенных разрезов (Рисунок 4).

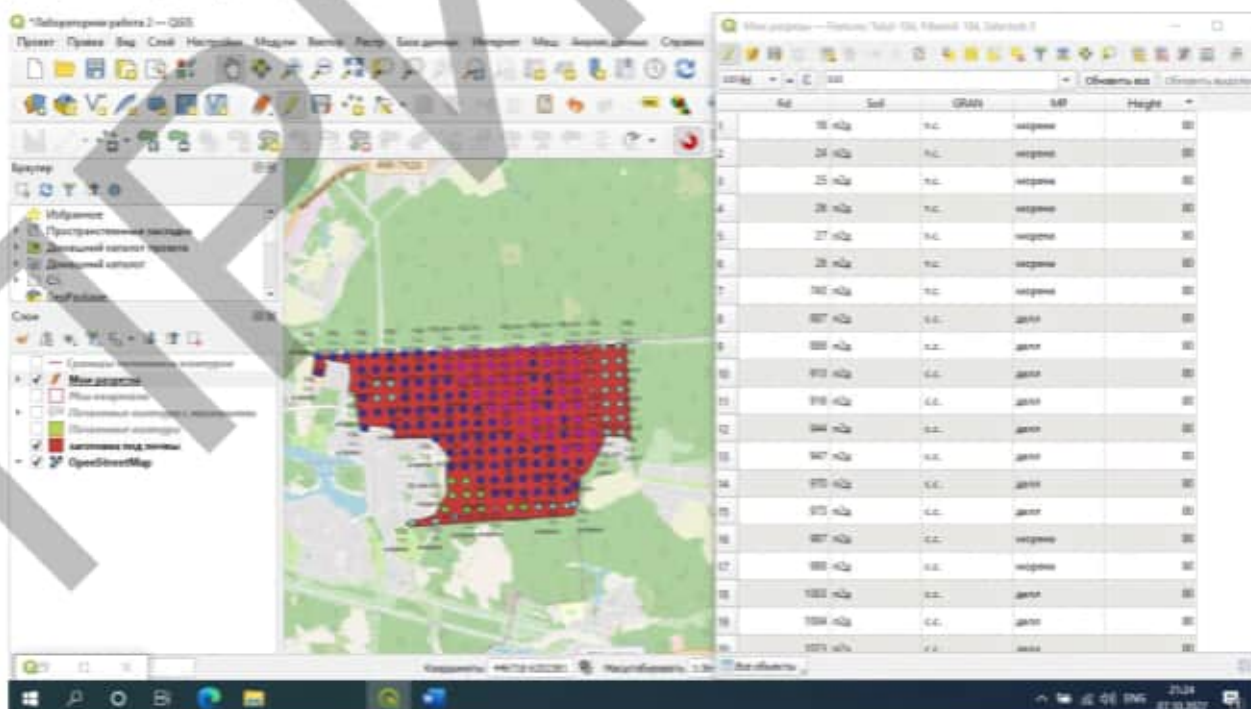


Рисунок 4 – Распределение высотных отметок почвенных разрезов

Затем в меню использовали вкладку "Анализ данных", далее "Панель инструментов", далее воспользовались функцией " SAGA "Raster Spline Interpolation / Thin plate spline (TIN)". Затем в меню использовали вкладку "Растр", далее "Извлечение", далее "Создать изолинии". Затем в меню использовали вкладку "Анализ данных", далее "Панель инструментов", далее воспользовались функцией "Разбить линиями". Затем в меню использовали вкладку "Вектор", далее "Управление данными", далее воспользовались функцией "Объединение атрибутов по расположению". Затем в созданном слое заполнили в таблице атрибутов недостающие поля. Далее некоторые незначительные поля (ошибки геометрии) присоединили к соседним. Затем классифицировали почвенные контура (Рисунок 5).

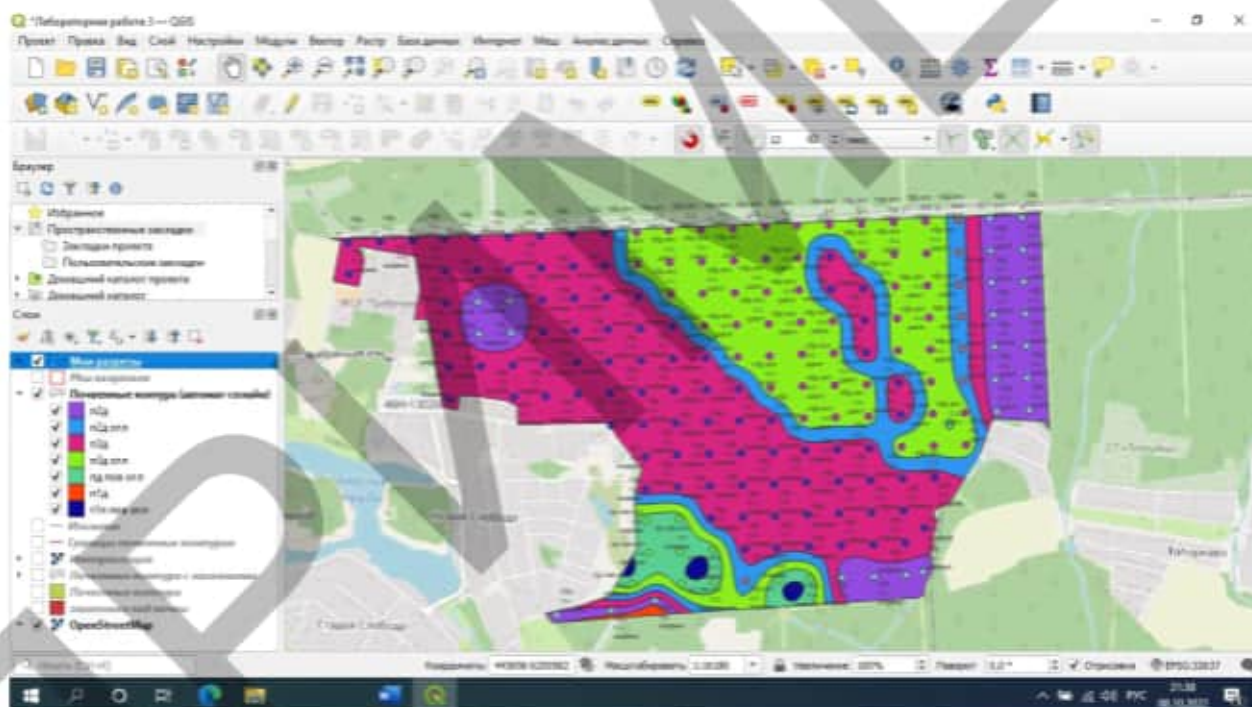


Рисунок 5 – Классификация почвенных контуров

В таблице 1 приведён эволюционный перечень встречающихся почвенных разностей. Перечень сформирован в порядке увеличения влажности почвенных условий.

Таблица 4.1 – Эволюционный перечень почв

№	Название почвы (полное)	Название почвы (сокращённое)	Условная высотная отметка, м
1	Дерново-слабоподзолистая	П1Д	100

№	Название почвы (полное)	Название почвы (сокращённое)	Условная высотная отметка, м
2	Дерново-среднеподзолистая	П2Д	80
3	Дерново-сильноподзолистая	ПЗД	60
4	Дерново-среднеподзолистая оглеенная	П2Д огл	40
5	Дерново-сильноподзолистая оглеенная	ПЗД огл	20
6	Дерново-подзолистая поверхностно-оглеенная	ПД пов огл	0
7	Торфянисто-подзолистая поверхностно-оглеенная	Т1П пов огл	-20

В результате работы выполнили построение почвенной карты по генетической части почвы автоматизированным методом с помощью функции SAGA "Raster Spline Interpolation / Thin plate spline (TIN)".

На следующем этапе работы в слое «Мои разрезы трансостав» и в слое «Мои разрезы мп» в таблице атрибутов с помощью калькулятора полей заполнили высотные отметки гранулометрического состава и материнской породы. Затем в меню использовали вкладку "Анализ данных", далее "Панель инструментов", далее воспользовались функцией " SAGA "Raster Spline Interpolation / Thin plate spline (TIN)". Затем в меню использовали вкладку "Растр", далее "Извлечение", далее "Создать изолинии". Затем в меню использовали вкладку "Анализ данных", далее "Панель инструментов", далее воспользовались функцией "Разбить линиями". Затем в меню использовали вкладку "Вектор", далее "Управление данными", далее воспользовались функцией "Объединение атрибутов по расположению". Затем в созданных слоях заполнили в таблице атрибутов недостающие поля. Далее некоторые незначительные поля (ошибки геометрии) присоединили к соседним. Затем классифицировали почвенные контура по гранулометрическому составу и материнской породе (Рисунок 6), (Рисунок 7).

PRINMER

На следующем этапе работы в векторном слое «Почвенные контура с названиями» в таблице атрибутов, с помощью калькулятора полей, посчитали площади получившихся контуров (Рисунок 8).

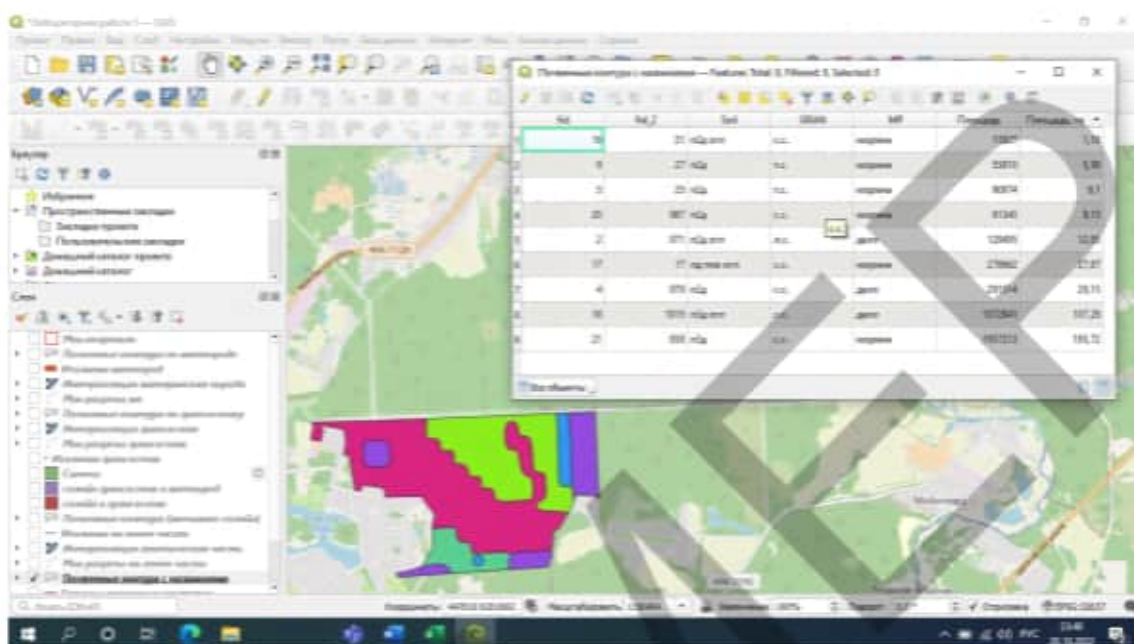


Рисунок 8 – Работа с таблицей атрибутов в слое «Почвенные контура с названиями»

Затем полученные данные перенесли в Excel, посчитали там площади в гектарах, процентах и построили диаграмму по этим данным. Затем в векторном слое «Почвенные контура (автомат – сплайн)» в таблице атрибутов, с помощью калькулятора полей, посчитали площади получившихся контуров (Рисунок 9).

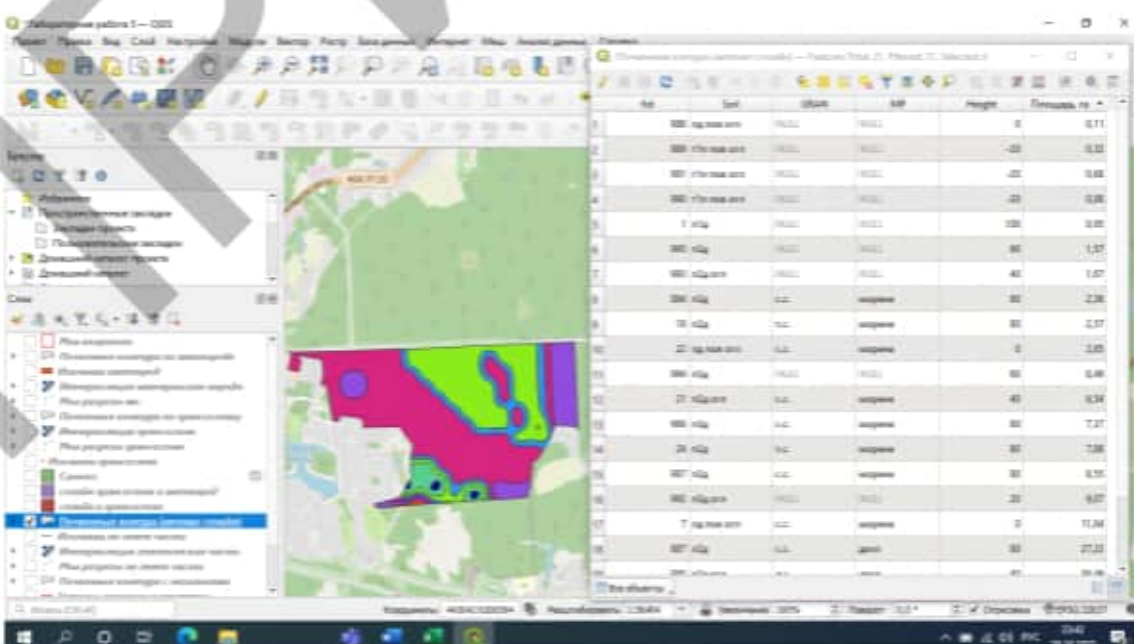


Рисунок 9 – Работа с таблицей атрибутов в слое «Почвенные контура (автомат – сплайн)»

Затем полученные данные перенесли в Excel, посчитали там площади в гектарах, процентах и построили диаграмму по этим данным. Затем в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Геообработка», далее воспользовались функцией «Пересечение». Получили пересечение почвенных контуров сплайном и грансостава. Затем в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Геообработка», далее воспользовались функцией «Пересечение». Получили пересечение полученного нового слоя с почвенными контурами по матпороте. Затем в созданном слое в таблице атрибутов отсортировали поле «Площадь» и в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Геообработка», далее воспользовались функцией «Удалить выбранные полигоны (присоединить к соседним)» (некоторые незначительные поля (ошибки геометрии)). Далее в новом слое «Синтез» в таблице атрибутов с помощью калькулятора полей пересчитали поле «Площадь» (Рисунок 10).

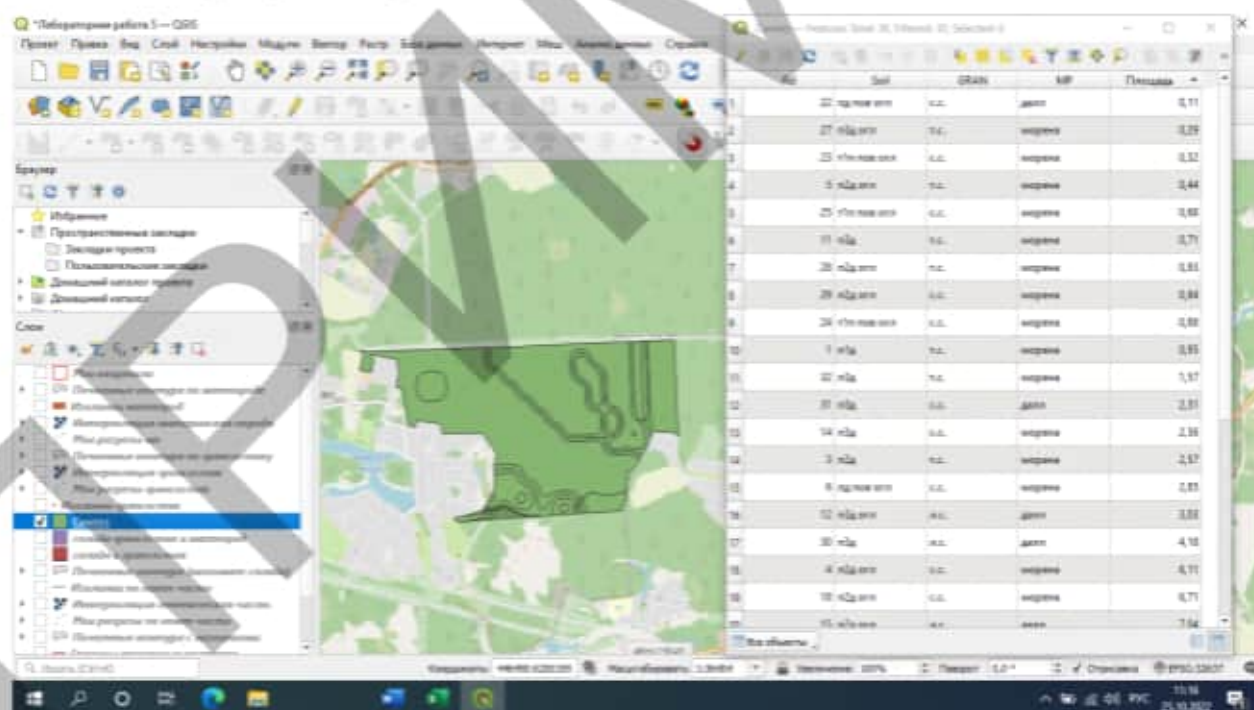


Рисунок 10 – Работа в таблице атрибутов в слое «Синтез»

Затем полученные данные перенесли в Excel, посчитали там площади в гектарах, процентах и построили диаграмму по этим данным.

Таблица 4.2 – Баланс площадей почвенных контуров (для почвенной карты, построенной вручную)

№ почвенной разности	Наименование почвенной разности (сокращённый вариант)	Площадь, занимаемая почвенной разностью, га	Площадь, занимаемая почвенной разностью, %
1	п2д	52,96	13,31
2	п2д огл	14,03	3,53
3	п3д	195,72	49,19
4	п3д огл	107,28	26,96
5	пд пов огл	27,87	7,00
Итого		397,86	100,00



Рисунок 11 – Карта, полученная в ручном режиме

Таблица 4.3 – Баланс площадей почвенных контуров (для почвенной карты, построенной с помощью интерполяции сплайнами)

№ почвенной разности	Наименование почвенной разности (сокращённый вариант)	Площадь, занимаемая почвенной разностью, га	Площадь, занимаемая почвенной разностью, %
1	п1д	0,95	0,24
2	п2д	46,22	11,62
3	п2д огл	44,7	11,24
4	п3д	186,62	46,91
5	п3д огл	103,49	26,01
6	пд пов огл	14	3,52
7	т1п пов огл	1,88	0,47
Итого		397,86	100

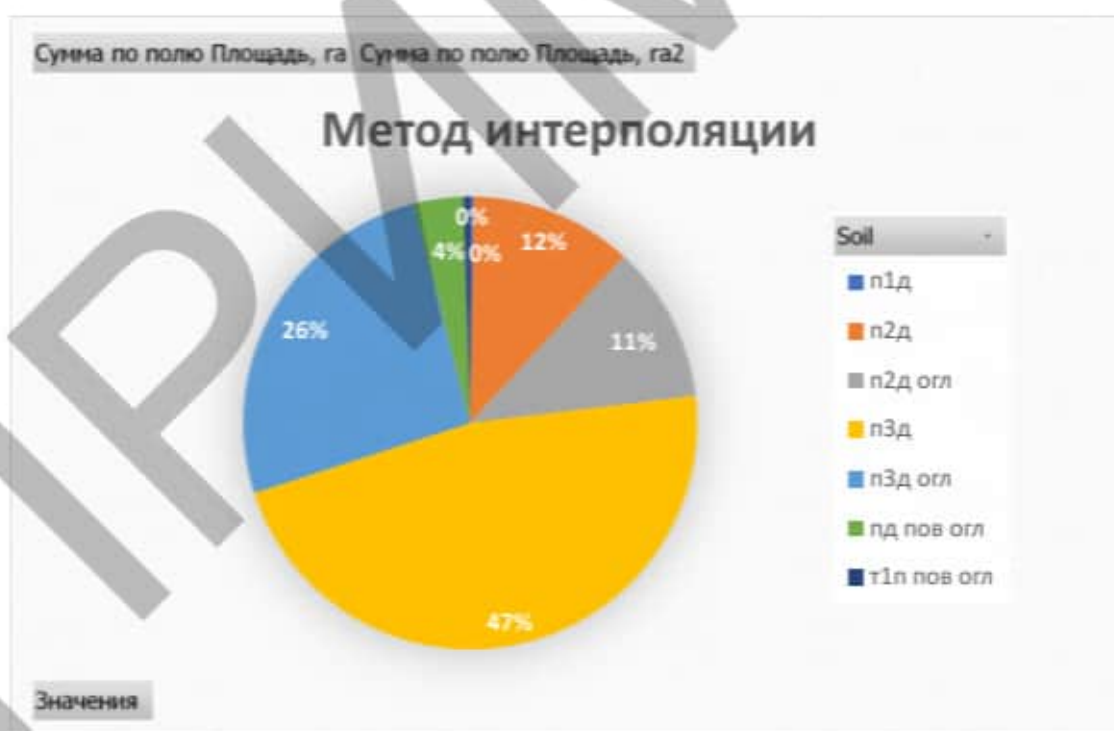


Рисунок 12 – Метод интерполяции

Таблица 4.4 – Баланс площадей почвенных контуров (для объединённых слоёв)

№ почвенной разности	Наименование почвенной разности (сокращённый вариант)	Площадь, занимаемая почвенной разностью, га	Площадь, занимаемая почвенной разностью, %
1	п1д т.с. морена	0,95	0,24
2	п2д огл л.с. далл	7,04	1,77
3	п2д огл с.с. далл	15,54	3,91
4	п2д огл с.с. морена	20,85	5,24
5	п2д огл т.с. морена	1,27	0,32
6	п2д с.с. далл	27,22	6,84
7	п2д с.с. морена	8,55	2,15
8	п2д т.с. морена	10,45	2,63
9	п3д л.с. далл	4,18	1,05
10	п3д огл л.с. далл	3,03	0,76
11	п3д огл с.с. далл	91,4	22,97
12	п3д огл с.с. морена	8,78	2,21
13	п3д огл т.с. морена	0,29	0,07
14	п3д с.с. далл	2,31	0,58
15	п3д с.с. морена	177,86	44,70
16	п3д т.с. морена	2,28	0,57
17	пд пов огл с.с. далл	0,11	0,03
18	пд пов огл с.с. морена	13,89	3,49
19	т1п пов огл с.с. морена	1,88	0,47
Итого		397,88	100

PRINMER

- ✓ дерново-сильнопodzолистые (п3д – 47 %);
- ✓ дерново-сильнопodzолистые оглеенные (п3д огл – 26 %) почвенные контура.

В наименьшей степени дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные (пд пов огл – 4 %).

И практически отсутствуют:

- ✓ дерново-слабоподзолистые (п1д – 0 %);
- ✓ торфянисто-подзолистые поверхностно-оглеенные (т1п пов огл – 0 %) почвенные контура.

Из выше представленного сравнения, видно, что способ построения карты методом интерполяции является более правильным в определение почвенных контуров.

В объединённых слоях площадей почвенных разностей намного больше, так как мы произвели наложение почвенной карты, полученной по названию почв и по генетической части и наложили гранулометрический состав и структуру распределения материнских пород.

Преобладают в большой степени:

- ✓ дерново-сильнопodzолистые средний суглинок морена (п3д с.с морена – 45 %);
- ✓ дерново-сильнопodzолистые оглеенные средний суглинок древнеаллювиальные отложения (п3д огл с.с. далл – 23 %) почвенные разности.

В наименьшей степени:

- ✓ дерново-среднеподзолистые оглеенные лёгкий суглинок древнеаллювиальные отложения (п2д огл л.с. далл – 2 %);
- ✓ дерново-среднеподзолистые оглеенные средний суглинок древнеаллювиальные отложения (п2д огл с.с. далл – 4 %);
- ✓ дерново-среднеподзолистые оглеенные средний суглинок морена (п2д огл с.с. морена – 5 %);

- ✓ дерново-среднеподзолистые средний суглинок морена (п2д с.с. морена – 2 %);
- ✓ дерново-среднеподзолистые тяжёлый суглинок морена (п2д т.с. морена – 3 %);
- ✓ дерново-сильноподзолистые лёгкий суглинок древнеаллювиальные отложения (п3д л.с. далл – 1 %);
- ✓ дерново-сильноподзолистые оглеенные средний суглинок морена (п3д огл с.с. морена – 2 %);
- ✓ дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные средний суглинок морена (пд пов огл с.с. морена – 3 %) почвенные разности;

И практически отсутствуют:

- ✓ дерново-слабоподзолистые тяжёлый суглинок морена (п1д т.с. морена – 0 %);
- ✓ дерново-среднеподзолистые оглеенные тяжёлый суглинок морена (п2д огл т.с. морена – 0 %);
- ✓ дерново-сильноподзолистые оглеенные лёгкий суглинок древнеаллювиальные отложения (п3д огл л.с. далл – 0 %);
- ✓ дерново-сильноподзолистые оглеенные тяжёлый суглинок морена (п3д огл т.с. морена – 0 %);
- ✓ дерново-сильноподзолистые средний суглинок древнеаллювиальные отложения (п3д с.с. далл – 0 %);
- ✓ дерново-сильноподзолистые тяжёлый суглинок морена (п3д т.с. морена – 0 %);
- ✓ дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные средний суглинок древнеаллювиальные отложения (пд пов огл с.с. далл – 0 %);
- ✓ торфянисто-подзолистые поверхностно-оглеенные средний суглинок морена (т1п пов огл с.с. морена – 0 %) почвенные разности;

Из выше представленного анализа, видно, что из общей площади данного участка очень много почв практически отсутствуют и представлены в меньшей степени.

На следующем этапе работы в свойствах слоя «Мои разрезы по генет. части» поменяли стиль и подписали наши почвы по уникальному значению. Затем в свойствах слоя «Почвенные контура по грансоставу» классифицировали по гранулометрическому составу. Затем в свойствах слоя «Почвенная карта» классифицировали по почвам и раскрасили в соответствии с данными требованиями. Затем в свойствах слоя «Материнские породы» классифицировали по материнской породе и нанесли соответствующие подписи. Затем в свойствах слоя «Квартальная сеть» подписали наши квартала (Рисунок 14).

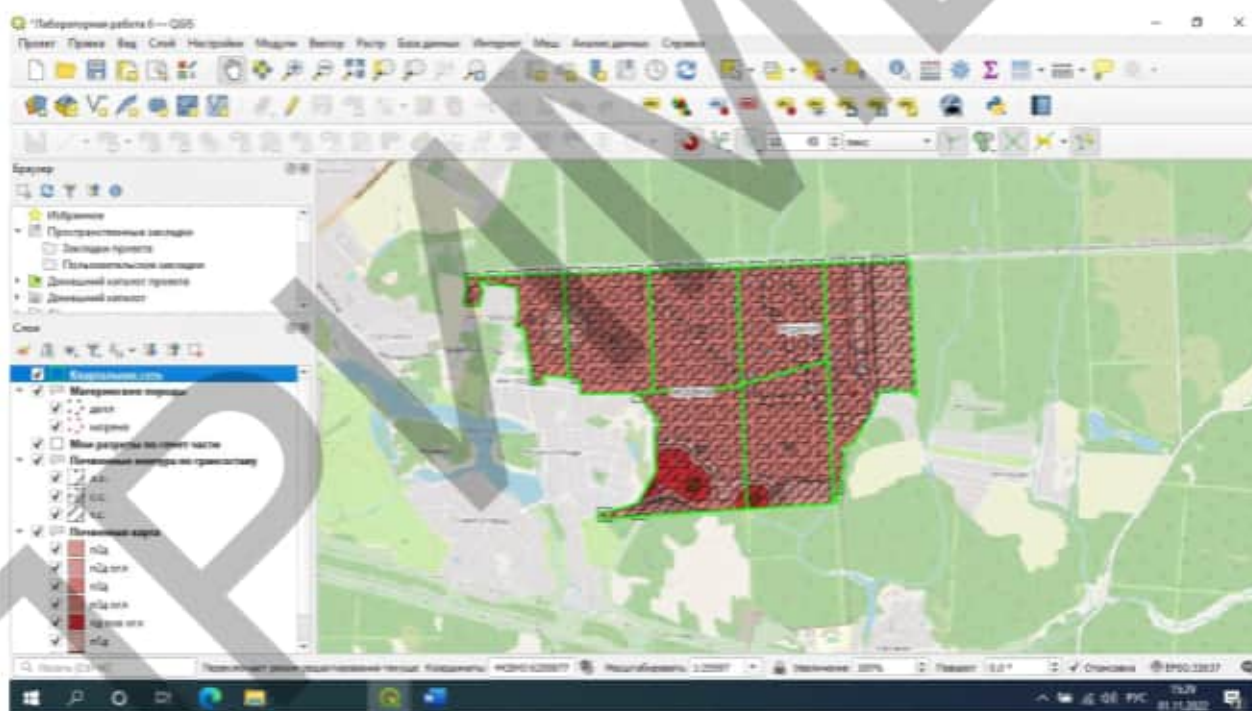


Рисунок 14 – Работа с слоем «Квартальная сеть»

В среде QGIS выполнили окончательное оформление почвенной карты по предлагаемым требованиям.

4.3 Построение цифровой модели рельефа

На следующем этапе работы в проект QGIS добавили исходные данные и в слое «Квартальная сеть» в свойствах слоя поменяли стиль. Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Извлечение», далее воспользовались

функцией «Обрезать растр по охвату», далее в созданном слое в свойствах слоя поменяли стиль. Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Проекция», далее воспользовались функцией «Деформация (перепроецирование)». Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Fill Sinks XXL (Wang & Liu)». Получили результат заполнения понижения рельефа. Затем в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать слой GeoPackage», далее поставили точки в понижениях местности. Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Add Raster Values to Points» (Рисунок 15).

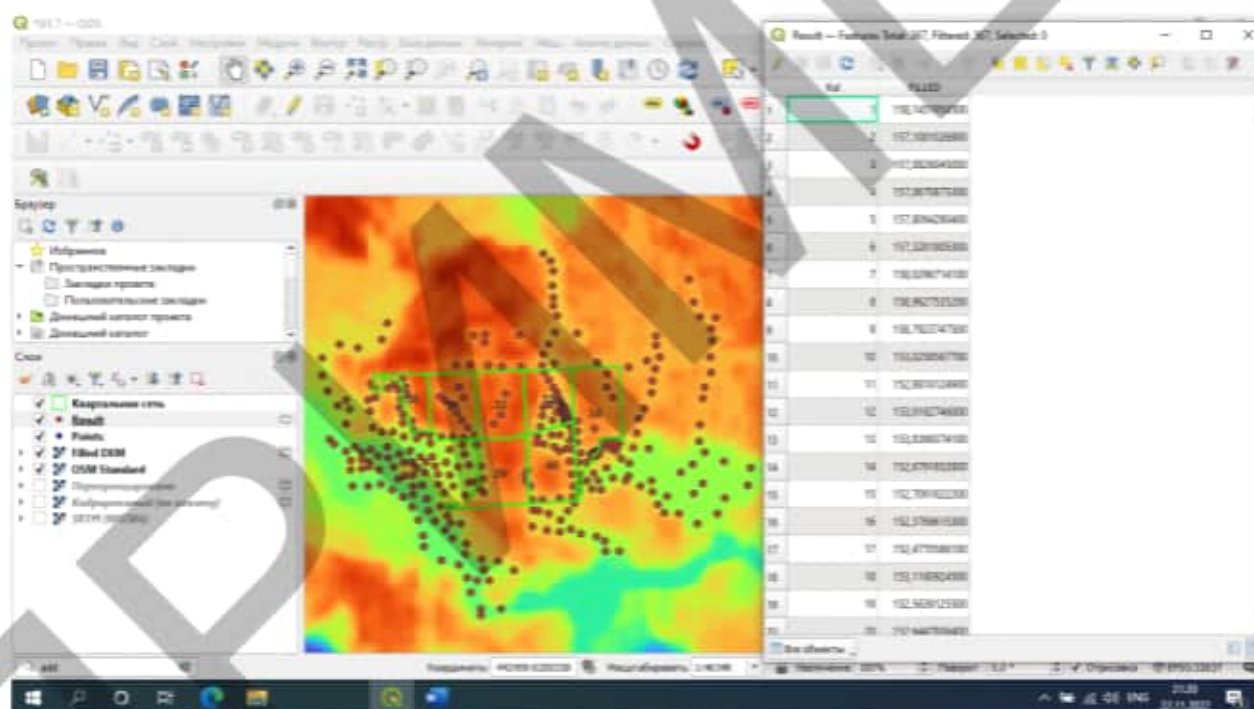


Рисунок 15 – Получение высотных отметок точек

Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Thin Plate Spline (TIN)». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Извлечение», далее воспользовались функцией «Создать изолинии», далее в созданном слое в свойствах слоя поменяли стиль и поставили подписи (Рисунок 16).

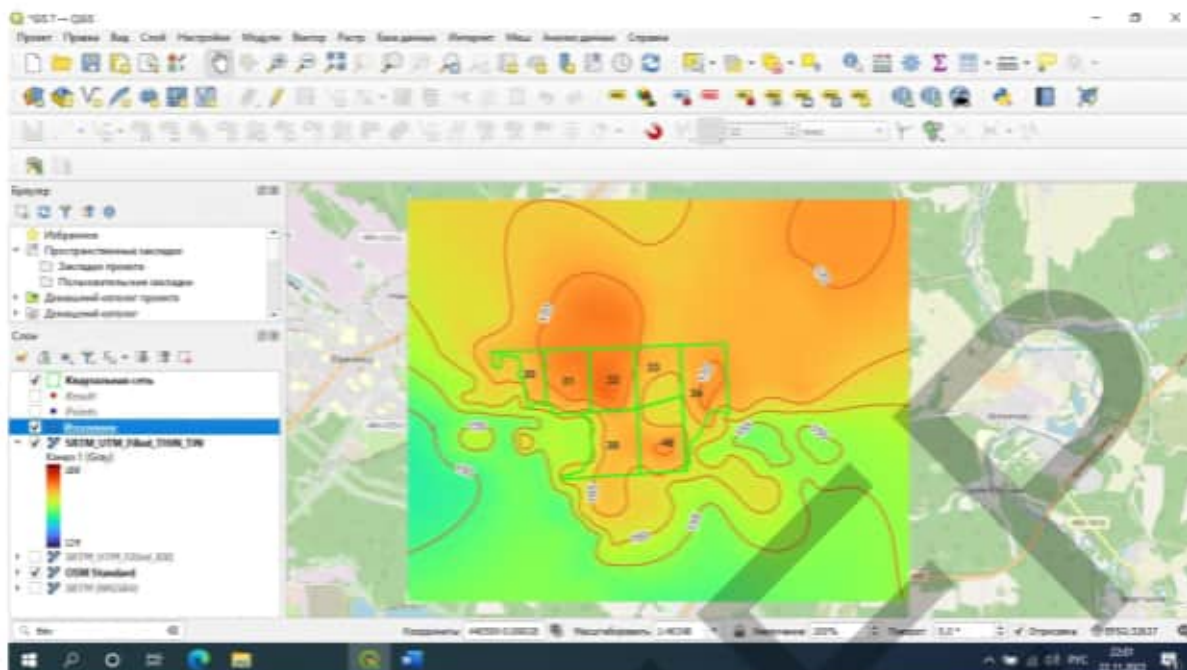


Рисунок 16 – Построение изолиний

В результате работы получили данные о рельефе, используя результаты радарной космической съёмки (проект SRTM).

На следующем этапе работы добавили топографические карты, далее в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать слой GeoPackage». В созданном слое «Гидрография11» отвекторизовали водные объекты и в свойствах слоя нанесли необходимые надписи (Рисунок 17).

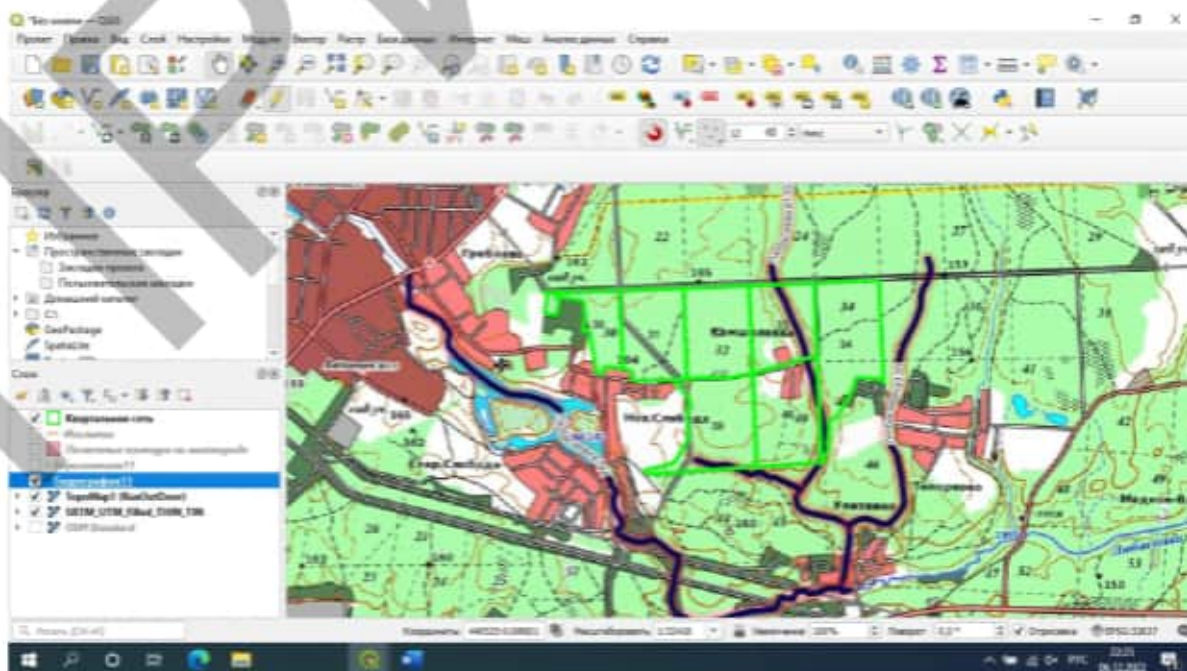


Рисунок 17 – Гидрография нашей местности

Затем в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать слой GeoPackage». В созданном слое «Горизонтали1» отвекторизовали горизонтали и в свойствах слоя нанесли необходимые надписи (Рисунок 18).

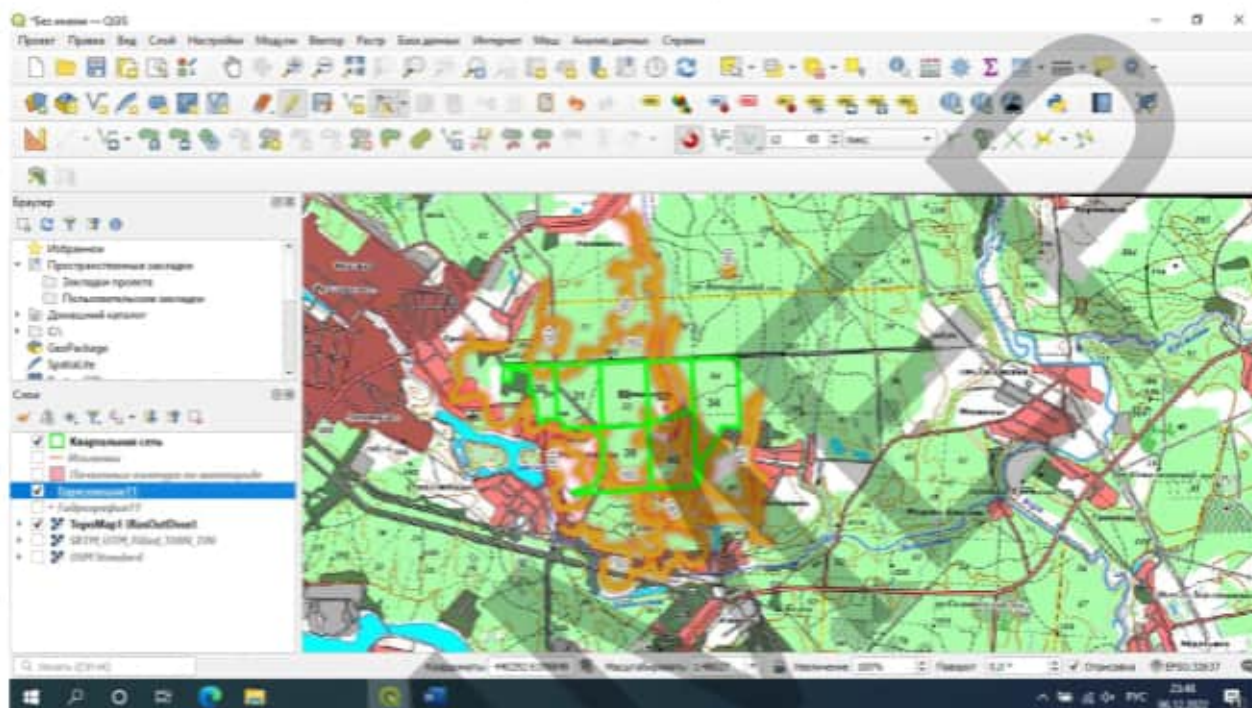


Рисунок 18 – Векторизация горизонталей нашей местности

В таблице 4.5 указаны названия и протяжённость гидрографических объектов.

Таблица 4.5 – Протяжённость гидрографической сети

№ объекта гидрографии	Название объекта гидрографии (при наличии)	Протяжённость, км
1	Любасеевка	4,6
2	Любасеевка	1,1
3	Любасеевка	6,9
4	Любасеевка	3,2

В результате работы оцифровали горизонтали поверхности земли и существующую гидрографическую сеть.

На следующем этапе работы в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать слой GeoPackage». Далее отвекторизовали первую реку и определили высотные

отметки. Затем в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать слой GeoPackage». Далее расставили ряд точек. Затем в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать слой GeoPackage». Далее отвекторизовали наши точки с определёнными высотными отметками и сопоставили с слоем "Гидрография1" (Рисунок 19).

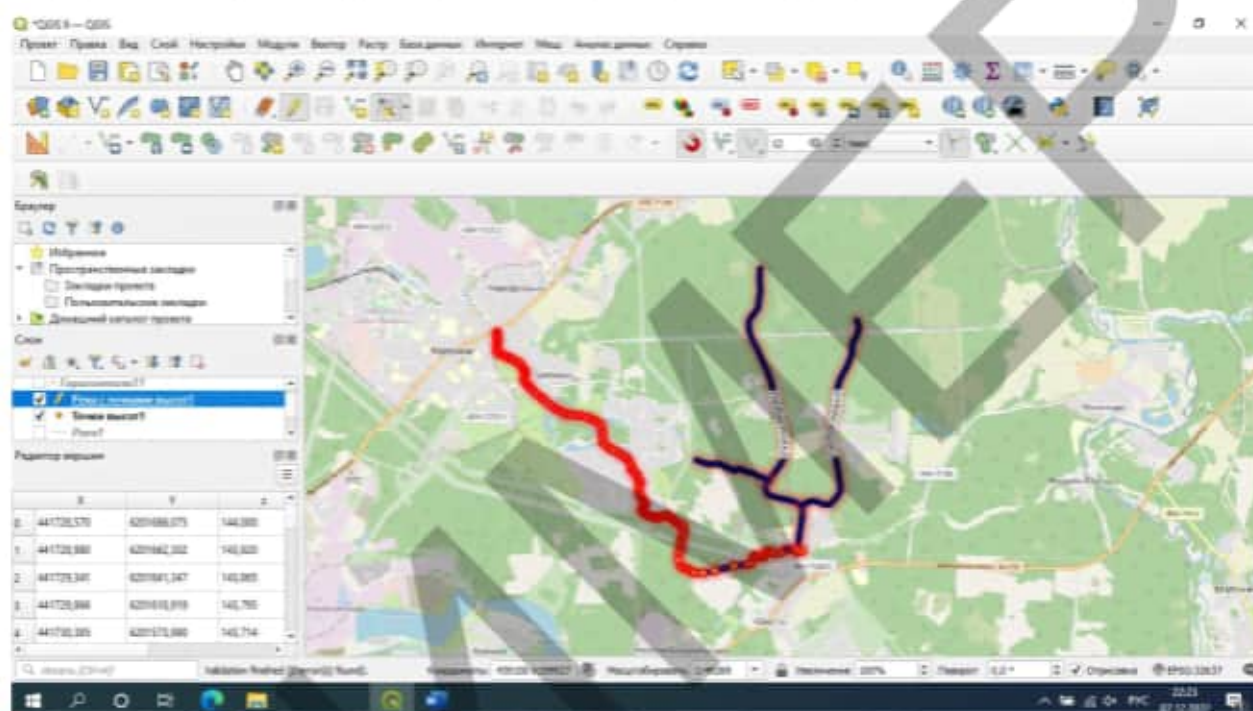


Рисунок 19 – Высотные отметки слоя "Река с точками высот1"

Затем те же самые действия проделали со второй, третьей и четвёртой рекой. Затем в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Управление данными», далее воспользовались функцией «Объединить векторные слои». Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Интерполяция TIN» (Рисунок 20).

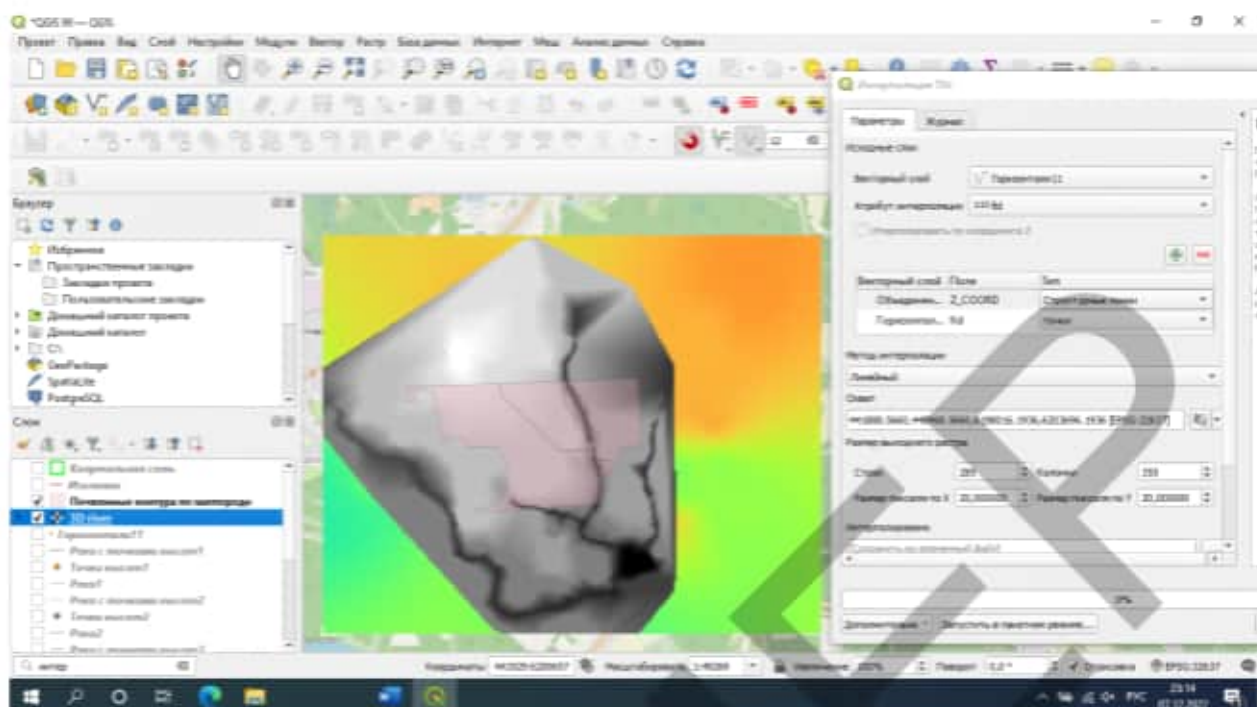


Рисунок 20 – Результат интерполяции и расположение наших кварталов

В результате работы на основе предварительно оцифрованных горизонталей поверхности земли и существующей гидрографической сети построили TIN модель рельефа.

На следующем этапе работы в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Новый временный слой». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Извлечение», далее воспользовались функцией «Обрезать растр по маске», используя слой «3D view». Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Пиксели в точки», используя слой «Кадрированный по маске с реками» (Рисунок 21).

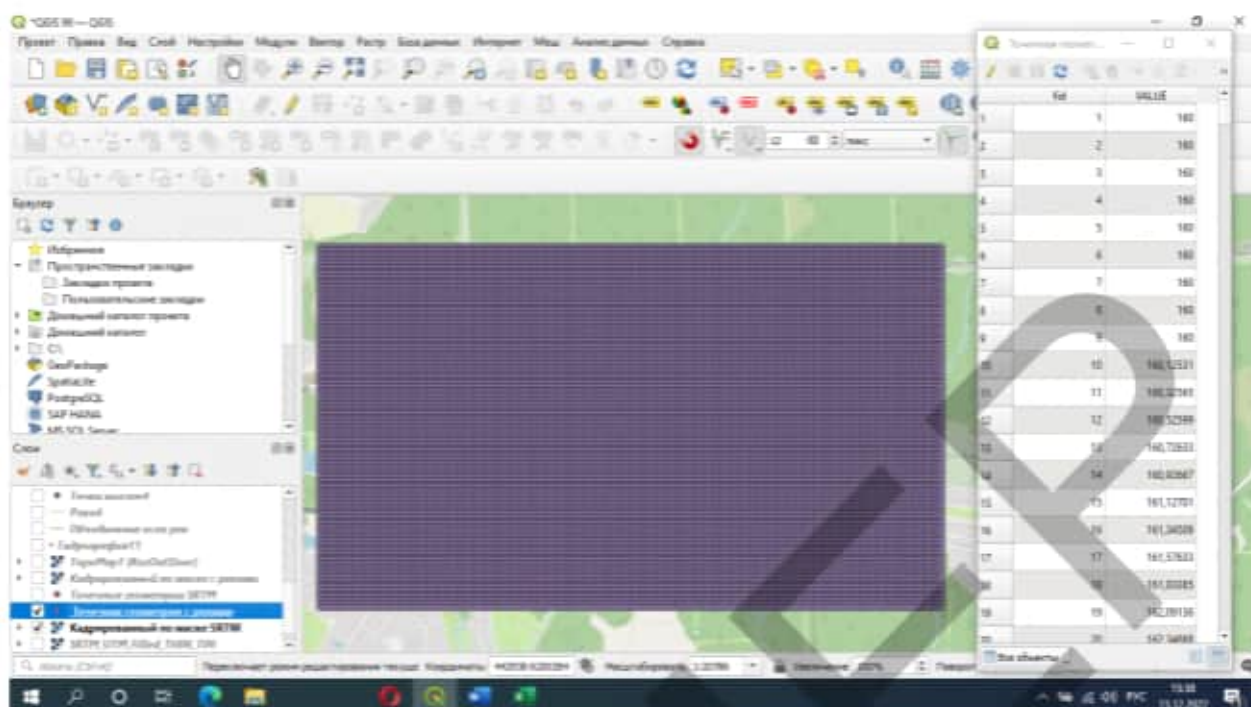


Рисунок 21 – Точечная геометрия с реками и полученные данные

Затем те же самые действия проделали с SRTM. Затем из слоёв «Точечная геометрия SRTM» и «Точечная геометрия с реками» из таблице атрибутов скопировали все данные и перенесли в Excel (Рисунок 22).

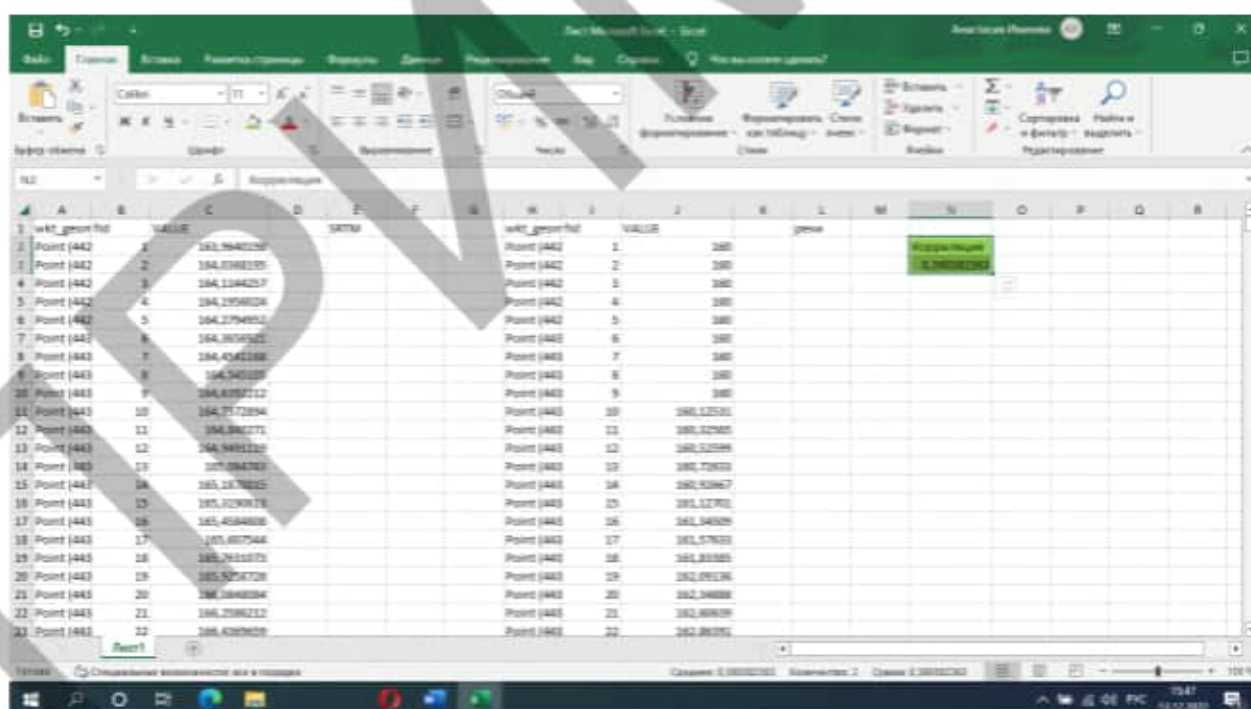


Рисунок 22 – Расчёт пространственной корреляции

Таблица 4.6 – Значение коэффициента пространственной корреляции

№	Значение коэффициента корреляции (с точностью до 0,01)	Число пикселей
1	0,39	20384

В результате работы выполнили сравнение двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и оцифровки топографических карт. Результат анализа представили в виде коэффициента пространственной корреляции двух ЦМР с разрешением 20×20 м.

На следующем этапе работы в меню использовали вкладку «Растр», далее «Конвертация», далее воспользовались функцией «Преобразовать формат», используя слой «Кадрированный по маске с реками» и слой «Кадрированный по маске SRTM». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее воспользовались функцией «Калькулятор растров», используя слой «Результат преобразования SRTM». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее воспользовались функцией «Калькулятор растров», используя слой «Результат преобразования SRTM (BS)14» и «Результат преобразования с реками». Далее в свойствах созданного слоя выбрали необходимый стиль (Рисунок 23).

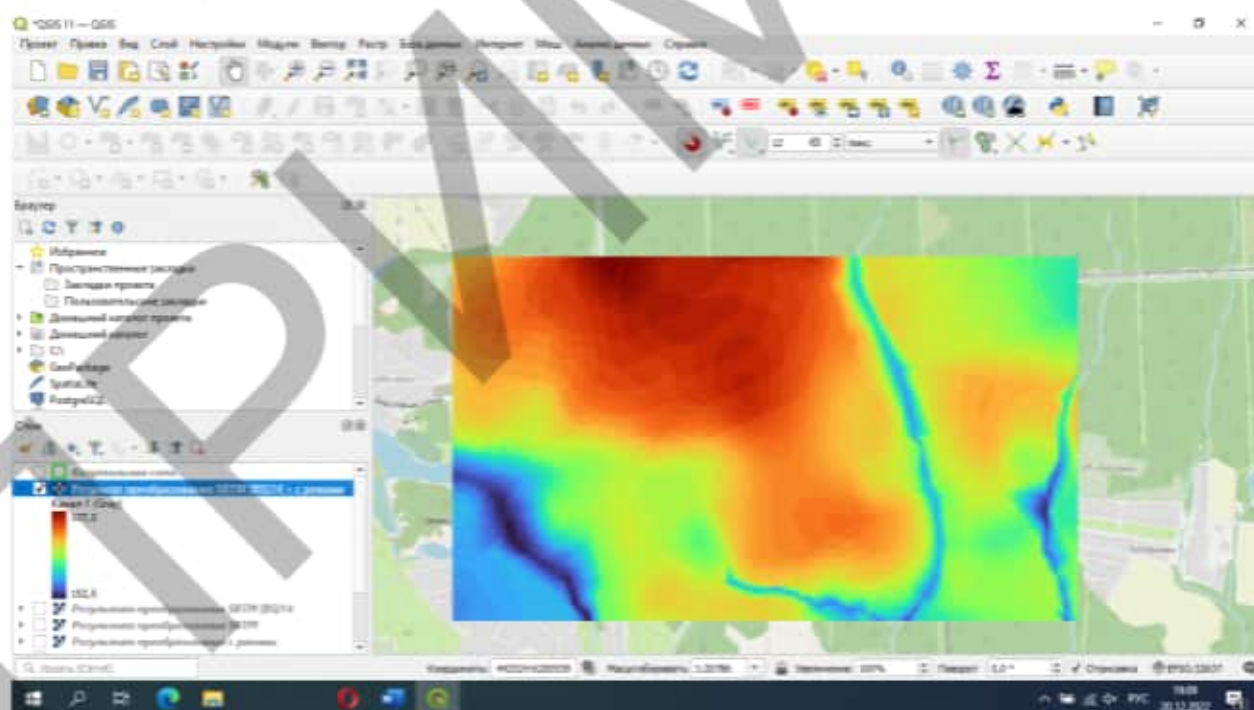


Рисунок 23 – Усреднение двух ЦМР

Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Извлечение», далее воспользовались функцией «Создать изолинии», используя слой «Результат преобразования SRTM (BS)14 + с реками». Далее произвели сглаживание

полученных изолиний и в свойствах слоя поставили необходимый стиль и нанесли необходимые подписи (Рисунок 24).

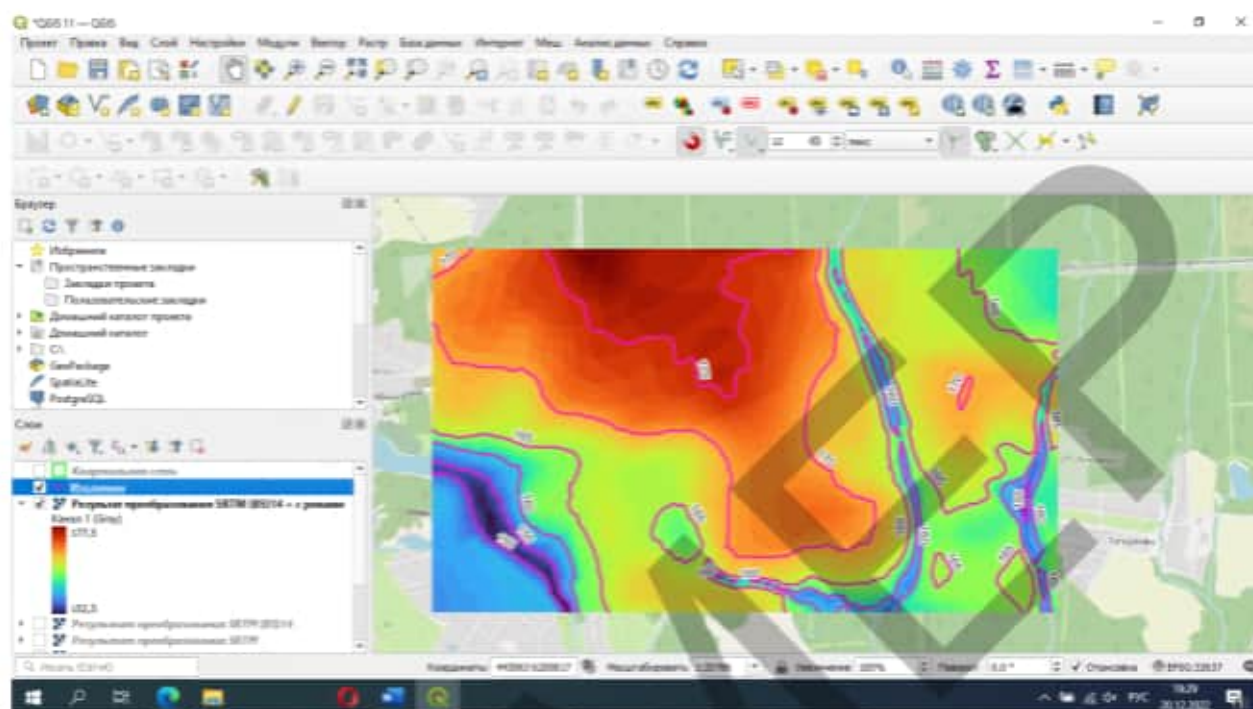


Рисунок 24 – Получение изолиний

В результате работы выполнили усреднение двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и оцифровки топографических карт с помощью калькулятора растров. Для полученной ЦМР получили изолинии с шагом 5 м.

На следующем этапе работы в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Пиксели в точки», используя слой «Результат преобразования SRTM (BS)14 + с реками». Точки находятся чётко в центре каждого пикселя. Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Проекция», далее воспользовались функцией «Деформация (перепроецирование)», используя слой «FABDEM 1.2». Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Add Raster Values to Points», используя слой «Точечные геометрии». Получили высотные отметки точек. Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Пиксели в точки», используя слой «Результат преобразования SRTM (BS)14» (Рисунок 25).

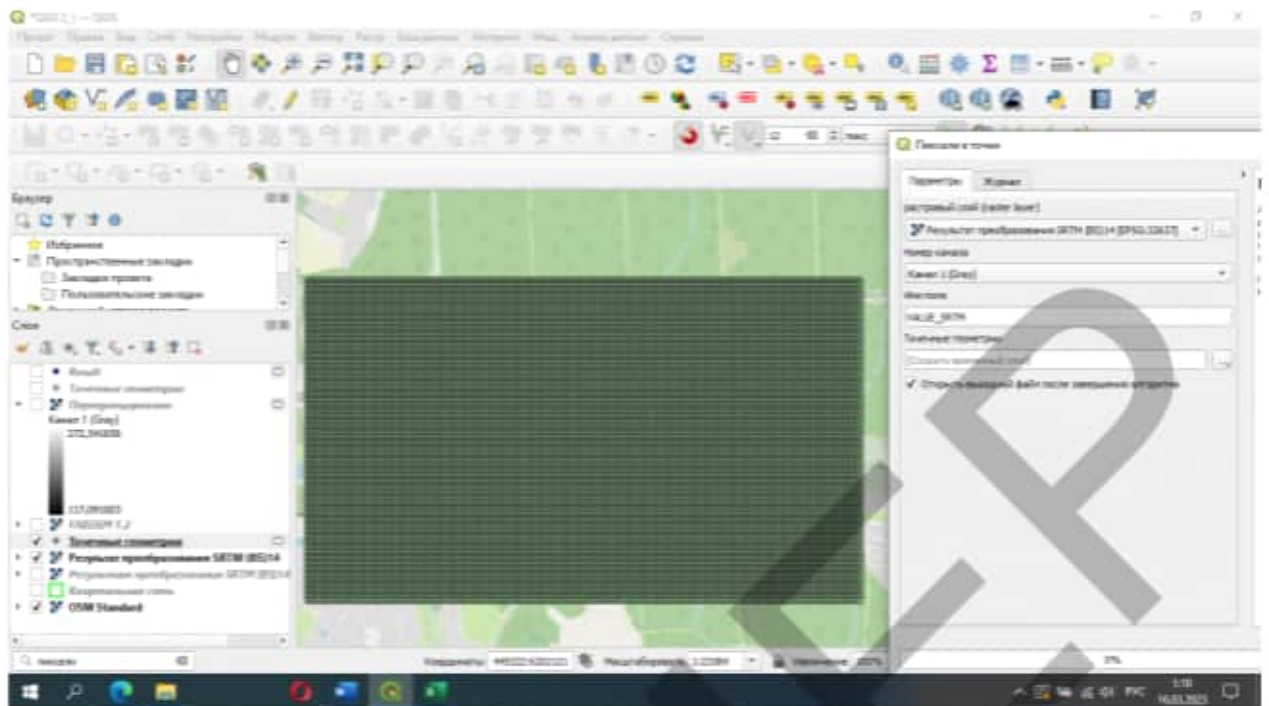


Рисунок 25 – Результат точечной геометрии SRTM

Затем из таблиц атрибутов в слоях «Result» и «Точечные геометрии» скопировали все данные и добавили в программу Excel (Рисунок 26).

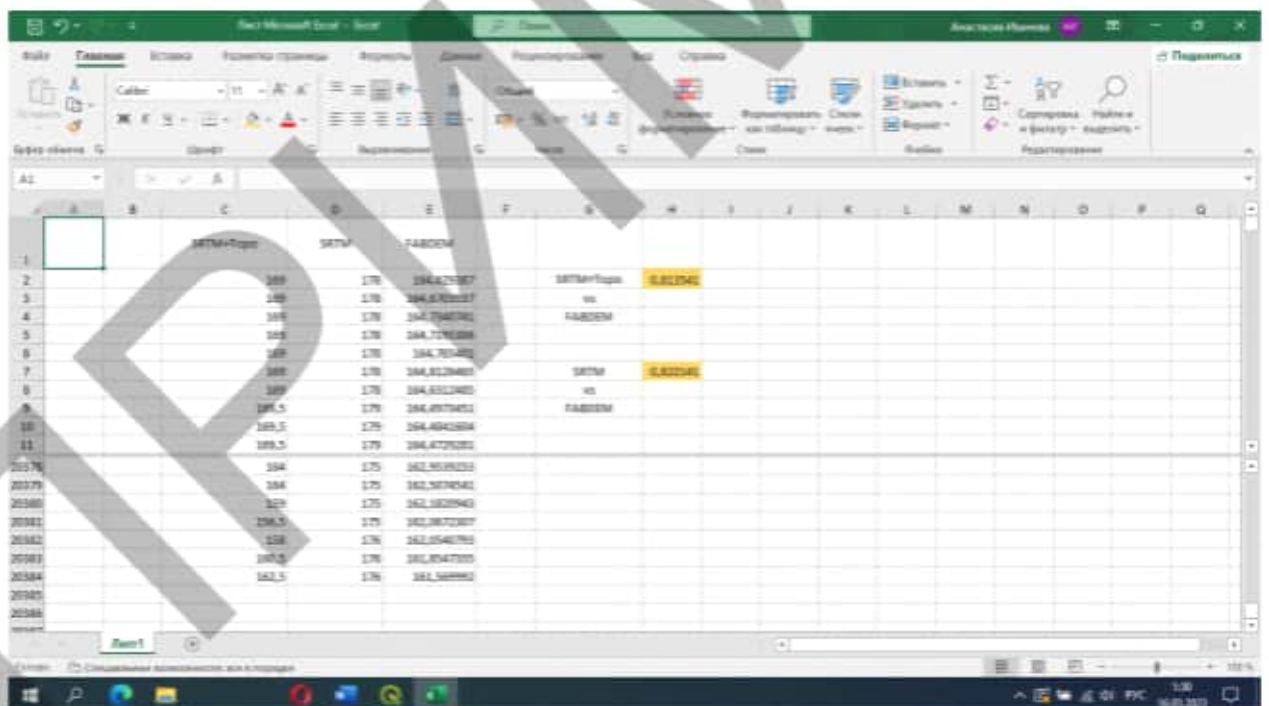


Рисунок 26 – Расчёт коэффициента пространственной корреляции

Таблица 4.7 – Значение коэффициента пространственной корреляции между ЦМР SRTM и FABDEM

№	Значение коэффициента корреляции (с точностью до 0,01)	Число пикселей
1	0,82	20383

Таблица 4.8 – Значение коэффициента пространственной корреляции между скорректированной ЦМР и FABDEM

№	Значение коэффициента корреляции (с точностью до 0,01)	Число пикселей
1	0,81	20383

В результате работы выполнили сравнение двух ЦМР, полученных по данным съёмки SRTM и проекта FABDEM, а также аналогичное сравнение между объединённой ЦМР (SRTM и топокарты) и ЦМР проекта FABDEM. Результат анализа представили в виде коэффициента пространственной корреляции двух ЦМР с разрешением 20×20 м.

На следующем этапе работы в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать временный слой». Затем в свойствах слоя «Границы моделирования» в стилях поставили необходимый стиль. Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Проекция», далее воспользовались функцией «Деформация (перепроецирование)», используя слой «SRTM (WGS84)». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Извлечение», далее воспользовались функцией «Обрезать растр по маске», используя слой «Перепроецировано». Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Fill Sinks XXL (Wang & Liu)», используя слой «Кадрированный (по маске)». Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Channel Network and Drainage Basins», выбрав нужные настройки, а именно в графе «Threshold» поставили значение 4, используя слой «Filled DEM SRTM» (Рисунок 27).

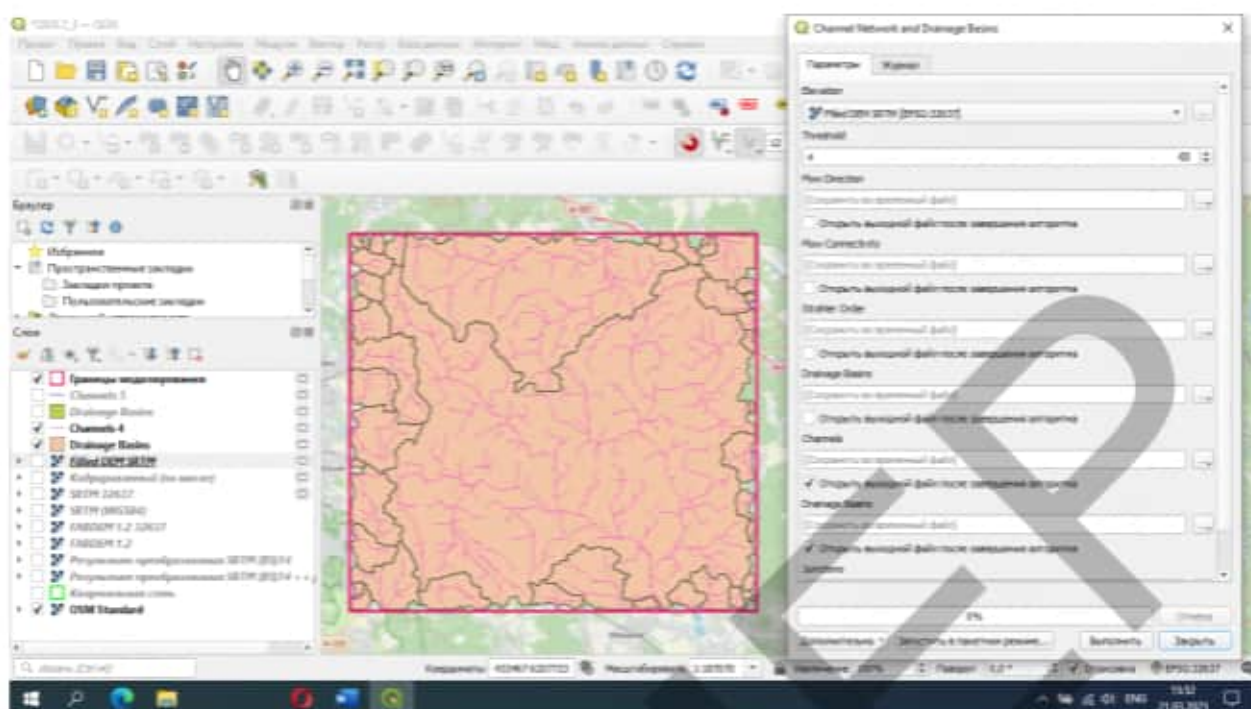


Рисунок 27 – Результат функции «Channel Network and Drainage Basins» SRTM

Затем те же самые действия проделали с FABDEM. Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Channel Network and Drainage Basins», выбрав нужные настройки, а именно в графе «Threshold» поставили значение 6, используя слой «Filled DEM FABDEM» (Рисунок 28).

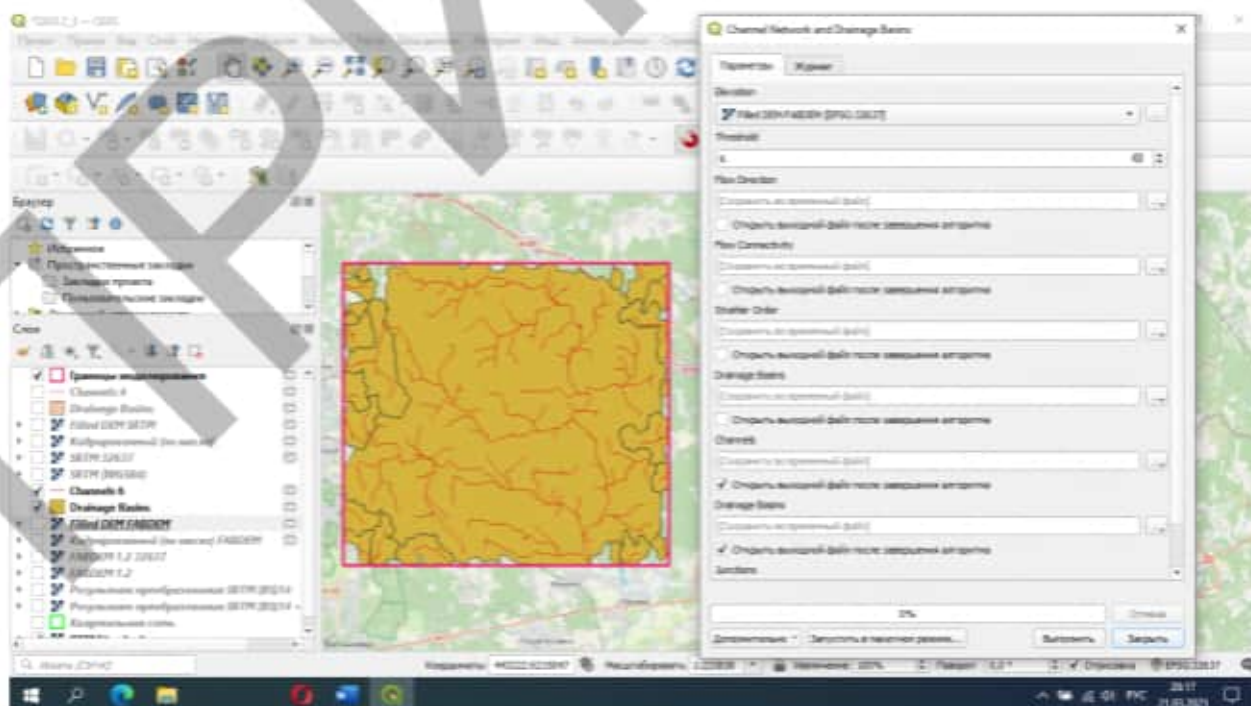


Рисунок 28 – Результат функции «Channel Network and Drainage Basins» FABDEM

Затем определившись с результатом, а именно слой «Channels 4 SRTM» лучше нам подходил для дальнейшей обработки данных, чем слой «Channels 6 FABDEM», в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Анализ», далее воспользовались функцией «Извлечь охват слоя», используя слой «Результат преобразования SRTM (BS)14 + с реками». Далее в таблице атрибутов посмотрели все интересующие нас значения. Затем в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Геообработка», далее воспользовались функцией «Отсечь», используя слой «Channels 4 SRTM». Далее в таблице атрибутов с помощью калькулятора полей посчитали все необходимые нам значения (Рисунок 29).

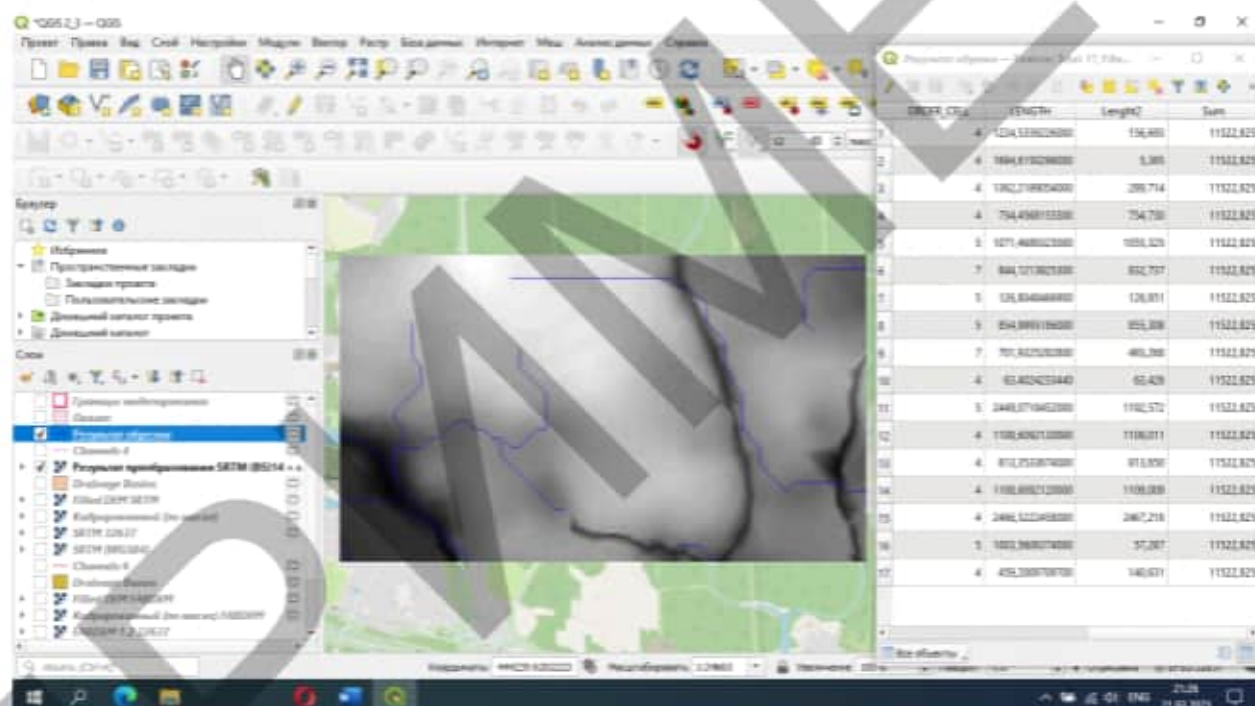


Рисунок 29 – Результат обрезки и показатели значений

Таблица 4.9 – Параметры полученной гидрографической сети

№	Количество элементов, шт.	Общая протяжённость, м
1	17	11522,825

Таблица 4.10 – Параметры полученных водосборных бассейнов

№	Количество элементов, шт.	Общая площадь, м ²
1	2	8153200

Название выбранной модели ЦМР: SRTM.

В результате работы на основе ЦМР построили гидрографическую сеть и определили водосборные бассейны.

На следующем этапе работы в меню использовали вкладку «Растр», далее «Проекция», далее воспользовались функцией «Деформация (перепроецирование)», используя слой «ALOS». Затем в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать временный слой». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Извлечение», далее воспользовались функцией «Обрезать растр по маске», используя слой «ALOS 32637» и «SRTM 32637». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее воспользовались функцией «Совместить растры», используя слой «ALOS Crop 32637» и «SRTM Crop 32637». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее воспользовались функцией «Калькулятор растров», используя слой «ALOS_1» и «SRTM_1». Затем в свойствах слоя «ALOS_1 - SRTM_1» в стилях выполнили классификацию и раскрасили значения в необходимый нам цвет (Рисунок 30).

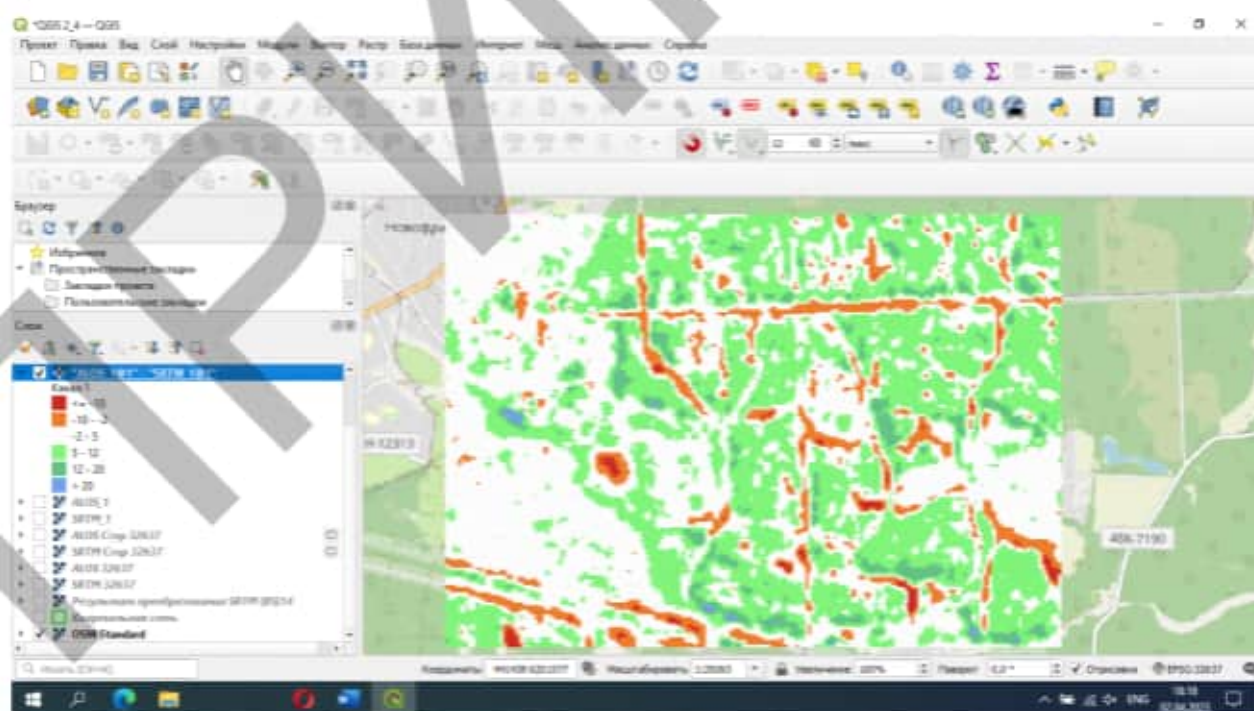


Рисунок 30 – Классификация матрицы различий по пиксельно

Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Пиксели в точки»,

используя слой «ALOS_1 - SRTM_1». Затем из таблицы атрибутов в слое «Точечные геометрии» скопировали все данные и добавили в программу Excel. Затем построили гистограмму. Затем в меню использовали вкладку «Файл», далее «Параметры Excel», далее «Надстройки» активировали «Пакет анализа», затем в меню использовали вкладку «Данные», далее «Анализ данных», далее воспользовались инструментом анализа «Описательная статистика» (Рисунок 31).

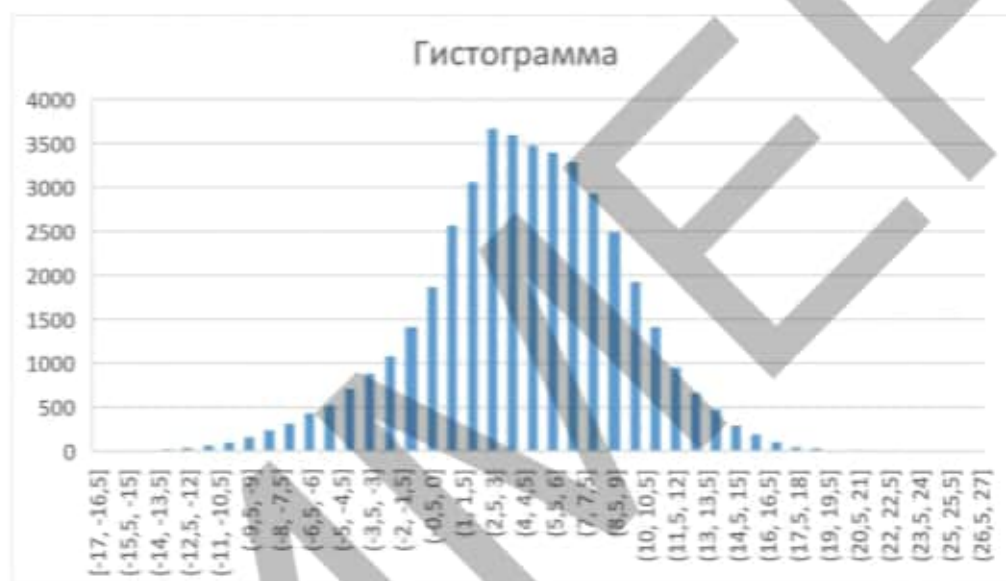


Рисунок 31 – Гистограмма

Базовая описательная статистика:

Среднее	4,516942
Стандартная ошибка	0,02399
Медиана	5
Мода	3
Стандартное отклонение	4,949013
Дисперсия выборки	24,49273
Экцесс	0,480562
Асимметричность	-0,23607
Интервал	44
Минимум	-17
Максимум	27
Сумма	192232
Счёт	42558

В результате работы выполнили сравнительный анализ двух ЦМР. Построили гистограмму расхождений в определении высотных отметок.

На следующем этапе работы в слое «Почвенная карта 2021» с помощью калькулятора полей посчитали поле «Height1» (Рисунок 32).

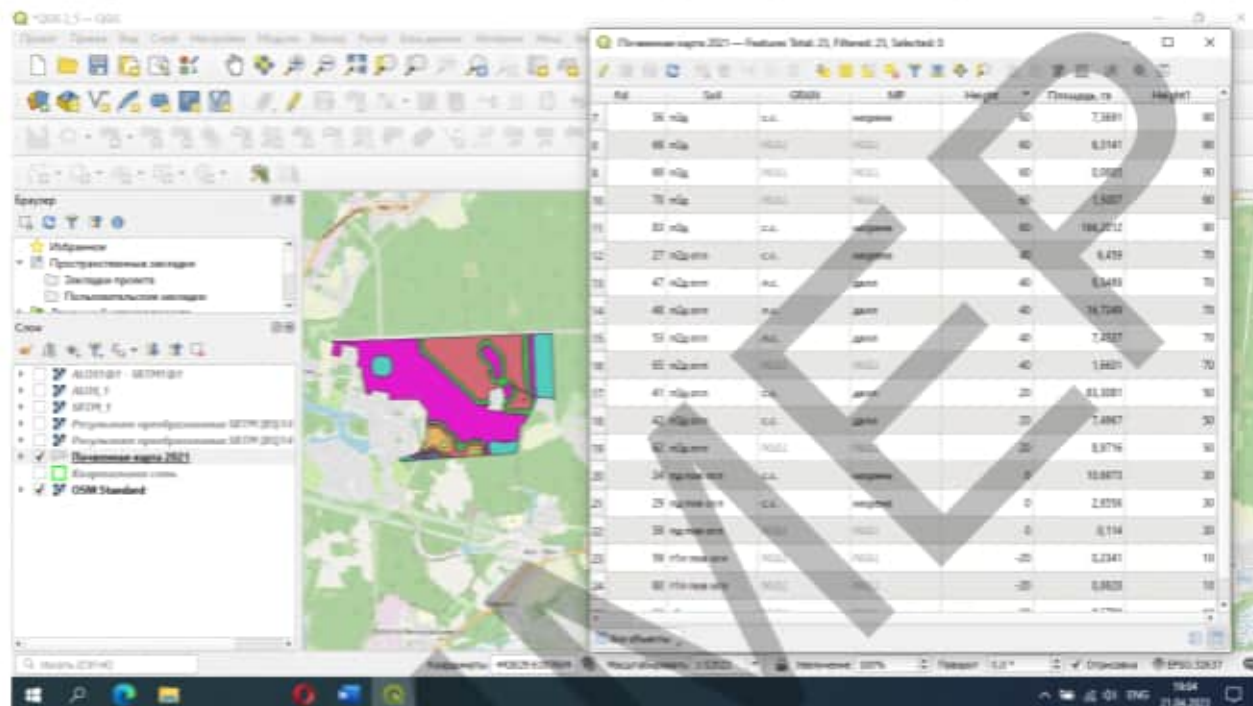


Рисунок 32 – Подсчёт высотных отметок

Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Конвертация», далее воспользовались функцией «Растрезация (вектор в растр)», используя слой «Почвенная карта 2021». Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее воспользовались функцией «Совместить растры», используя слои «Alos1» и «Растрированный». Затем в меню использовали вкладку «Слой», далее «Создать слой», далее воспользовались функцией «Создать временный слой». Построили трансекту. Затем в меню использовали вкладку «Вид», далее воспользовались функцией «Elevation Profile» (Рисунок 33).

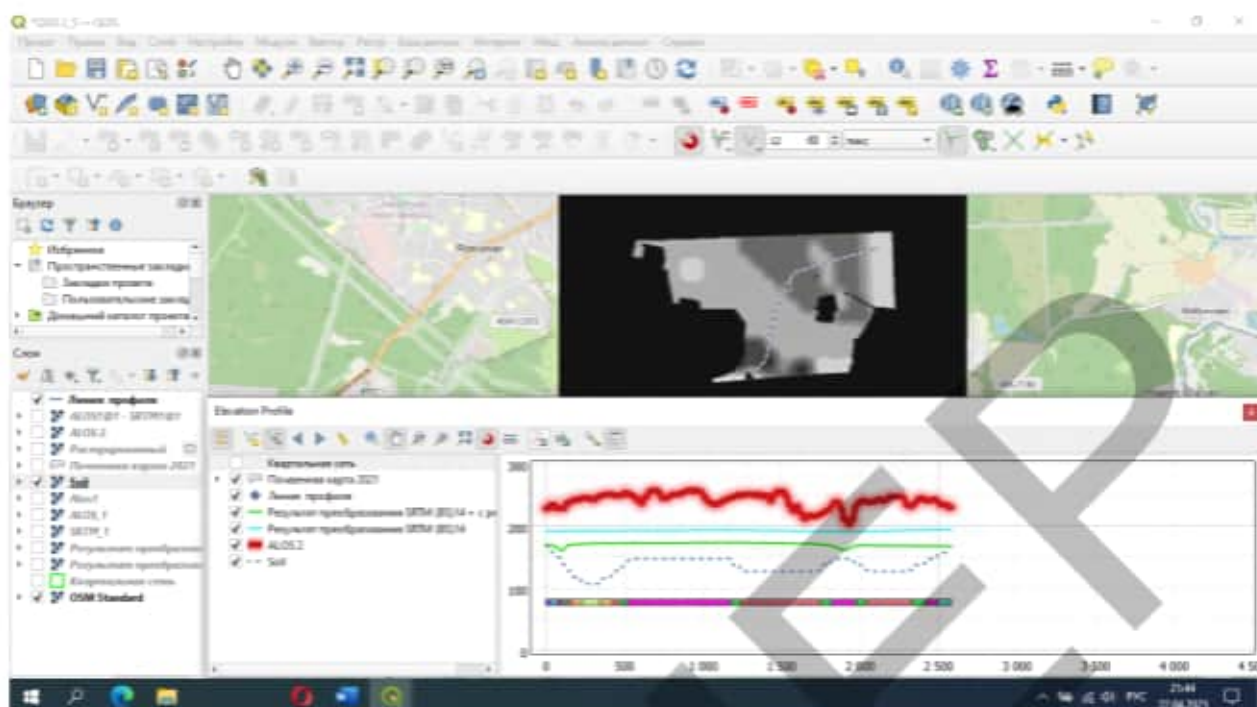


Рисунок 33 – Построение продольного профиля высот

В результате выполненной работы в среде QGIS выполнили построение продольных профилей по данным имеющихся ЦМР.

4.4 Моделирование почвенного покрова

На следующем этапе работы в среде QGIS скопировали данные из таблицы атрибутов слоя «Почвенная карта 2021» и добавили в Excel. Далее удалили дубликаты, произвели интерполяцию и построили линейный график (Рисунок 34).

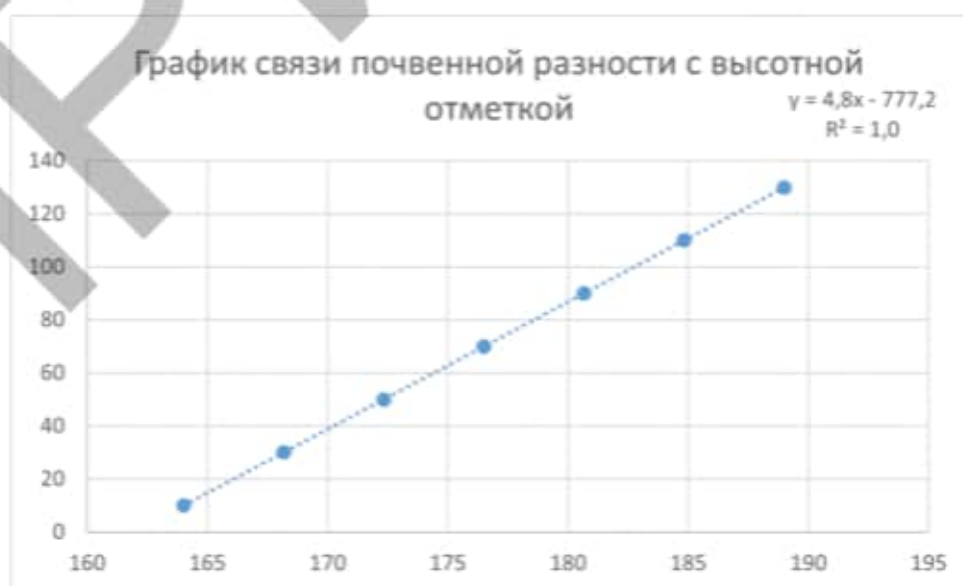


Рисунок 34 – График связи почвенной разности с высотной отметкой

Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее воспользовались функцией «Калькулятор растров», используя слой «SRTM». Получили высотные отметки. Затем в меню использовали вкладку «Растр», далее «Извлечение», далее воспользовались функцией «Создать изолинии», используя слой «Soil_SRTM». Затем в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Обработка геометрии», далее воспользовались функцией «Упростить», используя слой «Изолинии». Затем в панели инструментов использовали инструмент «Режим редактирования», далее воспользовались функцией «Упростить объект», используя слой «Упрощенный». Получили сглаживание изолиний. Затем использовали ещё дважды функцию «Упростить». Затем в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Геообработка», далее воспользовались функцией «Объединить по признаку», используя слой «Почвенная карта 2021». Затем в панели инструментов использовали инструмент «Режим редактирования», далее воспользовались инструментом редактирования вершин, используя слой «Границы почвенных разностей». Затем в меню использовали вкладку «Анализ данных», далее «Панель инструментов», далее воспользовались функцией «Разбить линиями», используя слои «Граница почвенной карты» и «Границы почвенных разностей». Затем в слое «Почвенная карта SRTM» в свойствах слоя сделали прозрачность 40 процентов. Далее в таблице атрибутов заполнили поля «Height» и «Soil», используя слой «Soil_SRTM». Также посчитали поле «Площадь». Затем в свойствах слоя «Почвенная карта SRTM» классифицировали по почвам и раскрасили в соответствии с данными требованиями (Рисунок 35).

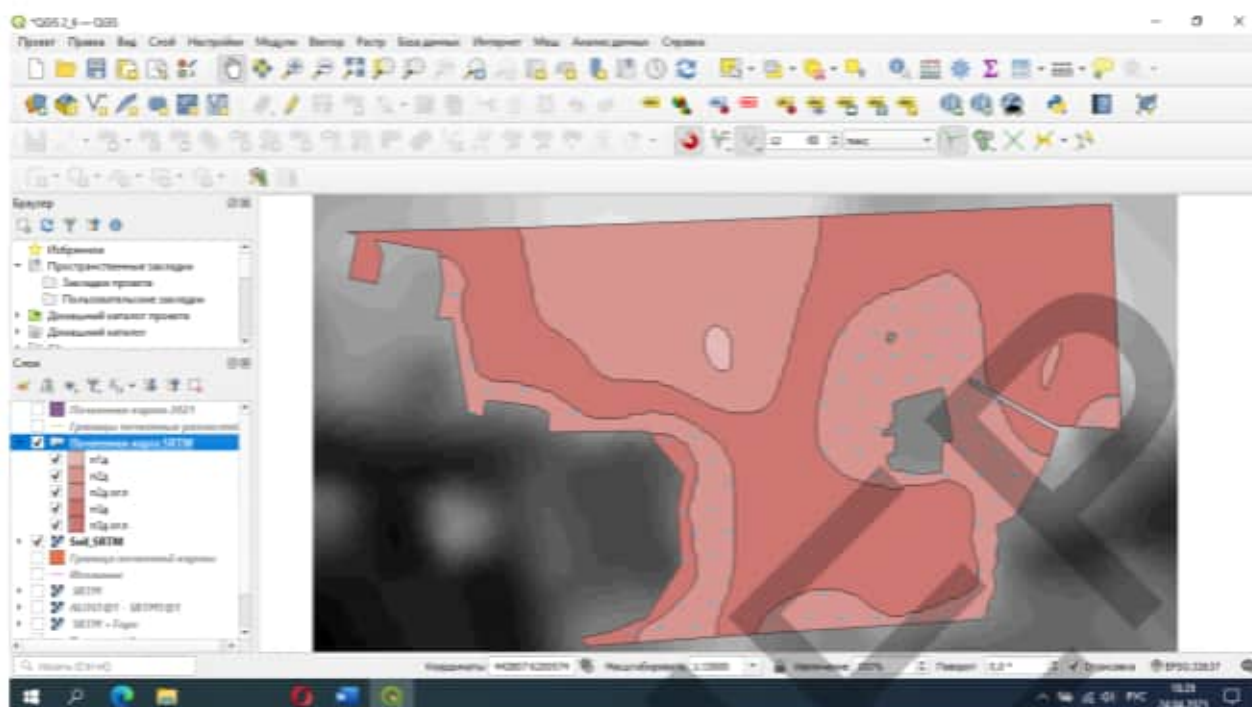


Рисунок 35 – Классификация почв

Таблица 4.11 – Баланс площадей почвенных контуров

№ почвенной разности	Наименование почвенной разности (сокращённый вариант)	Площадь, занимаемая почвенной разностью, га	Площадь, занимаемая почвенной разностью, %
1	п1д	1,83	0,47
2	п2д	80,01	20,63
3	п3д	194,33	50,10
4	п2д огл	104,00	26,81
5	п3д огл	7,71	1,99
Итого		387,88	100

В результате выполненной работы в среде QGIS выполнили построение почвенной карты по данным имеющихся ЦМР и посчитали баланс площадей почвенных контуров.

4.5 Построение плана перспективных насаждений

На следующем этапе работы в среде QGIS в слое «Мои разрезы по генет части» в свойствах слоя в надписях подписали наши разрезы по грансоставу и

материнской породе. Затем в слое «Почвенная карта SRTM» в таблице атрибутов создали и заполнили поля «ГМС» и «МР» (Рисунок 36).

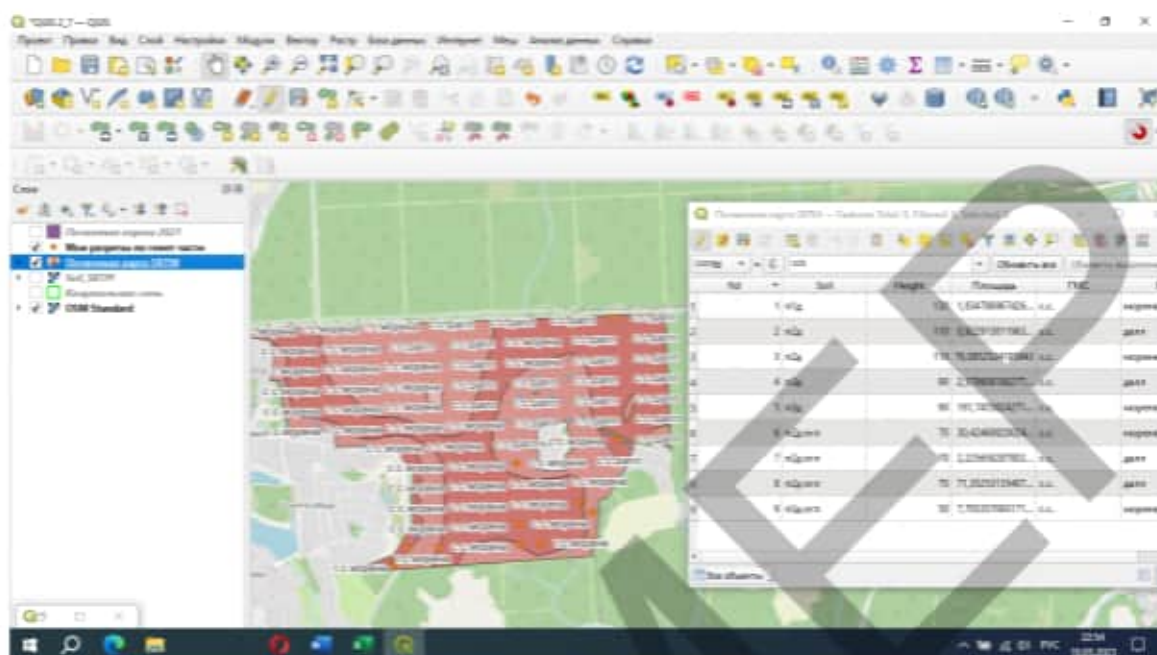


Рисунок 36 – Заполнение грансостава и материнской породы

Затем в слое «Почвенная карта SRTM» в таблице атрибутов скопировали данные и перенесли в Microsoft Excel для определения целевой породы и класса бонитета целевой породы. Затем в слое «Почвенная карта SRTM» в таблице атрибутов создали и заполнили поле «Перспективная порода». Затем дублировали слой «Почвенная карта SRTM», далее переименовали его, классифицировали по перспективной породе и раскрасили в соответствии с данными требованиями. Затем в меню использовали вкладку «Вектор», далее «Геообработка», далее воспользовались функцией «Объединить по признаку», используя слой «Перспективные насаждения». Далее скопировали стиль и переименовали его. Затем в слое «Перспективные насаждения» в таблице атрибутов с помощью калькулятора полей пересчитали поле «Площадь» (Рисунок 37).

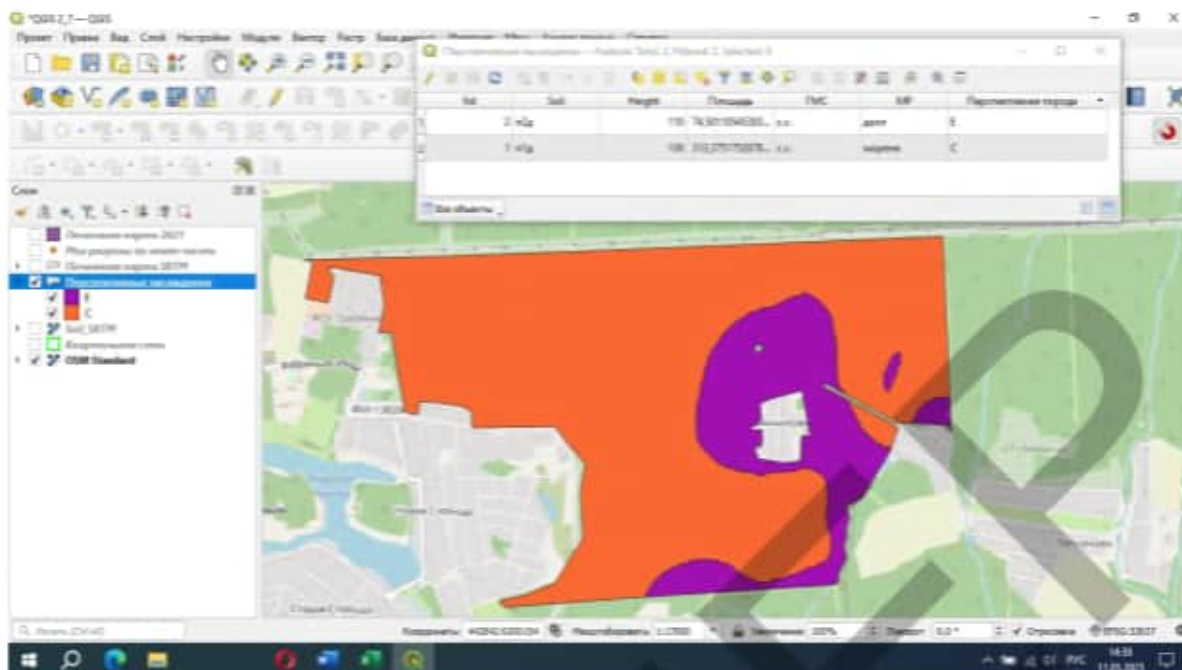


Рисунок 37 – Пересчёт поля «Площадь»

На последнем этапе работы в Microsoft Excel подсчитали средневзвешенный класс бонитета целевых пород.

В результате выполненной работы в среде QGIS выполнили построение плана перспективных насаждений.

Построение контуров почвенных выделов в данной работе осуществлялось с помощью интерполяции почв, расположенных на разных расстояниях друг от друга в пределах эволюционного ряда.

Необходимо отметить, что обычно при крупномасштабном почвенном картографировании принято находить границы почв непосредственно в поле путём заложения прикопок, опираясь при этом на сведения о рельефе, растительности и материнских породах.

Если таких возможностей нет, приходится прибегать к методу интерполяции. Метод интерполяции основывается на допущении, что при плавных изменениях рельефа происходит и постепенное изменение почвенного покрова в соответствии с эволюционным рядом.

Интерполяцию проводят в несколько этапов. Сначала составляют эволюционный перечень почв. В этом перечне должны присутствовать все почвы, встречающиеся на объекте, в таком порядке, как обычно сменяют друг

друга в природе. Например, если мы обнаружили на вершине холма дерново-слабоподзолистую почву, а у подножья – дерново-сильноподзолистую глеевую, то, скорее всего переход происходит не скачкообразно. Спускаясь вниз по склону, мы обнаружим, что по мере увеличения увлажнения сначала усилится подзолистый процесс, а затем разовьётся глеевый. Дерново-слабоподзолистые почвы сменятся сначала дерново-среднеподзолистыми, затем дерново-сильноподзолистыми, дерново-сильноподзолистыми глееватыми и, наконец, дерново-сильноподзолистыми глеевыми.

Так как данные о названии почвы, её гранулометрическом составе и материнской породе находятся на карте в виде точек, для построения почвенной карты точки необходимо интерполировать.

Инструменты интерполяции поверхности создают непрерывную (или прогнозируемую) поверхность по значениям, измеренным в опорных точках.

Недостатком этого метода следует признать то, что в том случае, если эволюционный перечень включает в себя большое количество почвенных разностей, а переходы между почвами жёстко не детерминированы, получаемая картина может содержать в себе определённые искажения.

Окончательная обработка и оконтуривание почвенных разностей производилось вручную, руководствуясь результатами применения рассмотренных выше методов, а также информацией о рельефе местности и собственными экспертными суждениями.

4.6 Построение плана лесонасаждений

На следующем этапе работы в среде QGIS в слое «Свердловское участковое лесничество квартала 30 31 32 33 34 39 40» удалили все ненужные квартала. Затем в свойствах этого же слоя классифицировали по преобладающей породе, группе возраста и категории земель, далее раскрасили в соответствии с данными требованиями (Рисунок 38).

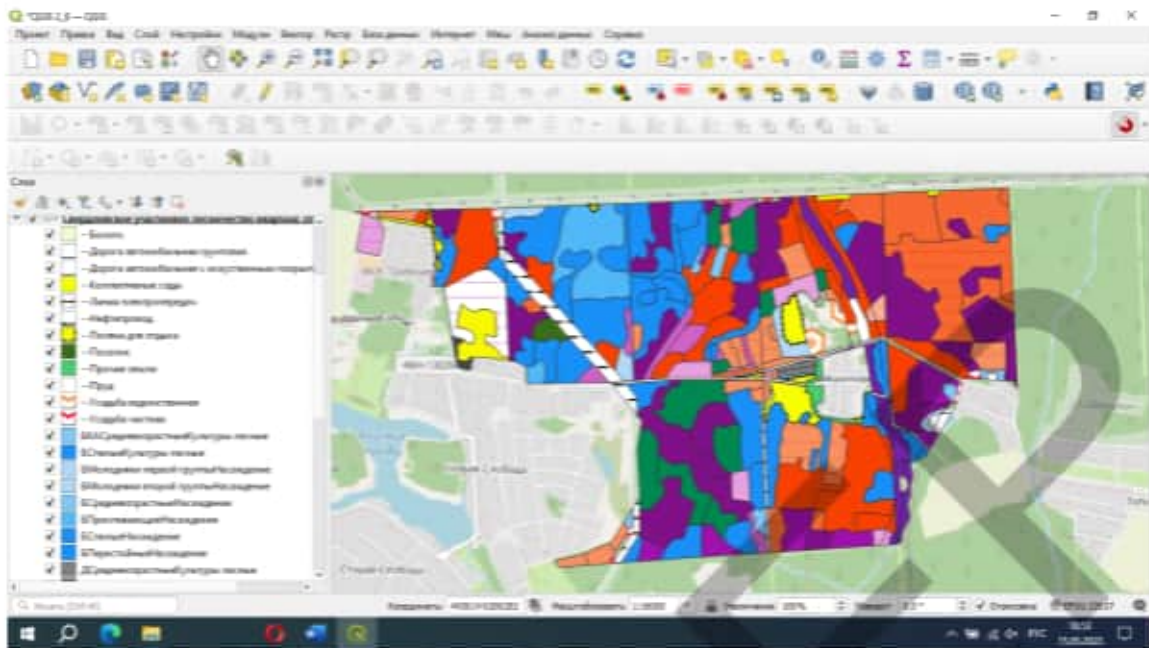


Рисунок 38 – Классификация существующих насаждений и нелесной инфраструктуры

Затем в слое «Свердловское участковое лесничество квартала 30 31 32 33 34 39 40» в таблице атрибутов скопировали данные, перенесли в Microsoft Excel и удалили лишние колонки. Затем посчитали площадь и средневзвешенный класс бонитета целевых пород существующих насаждений (Рисунок 39).

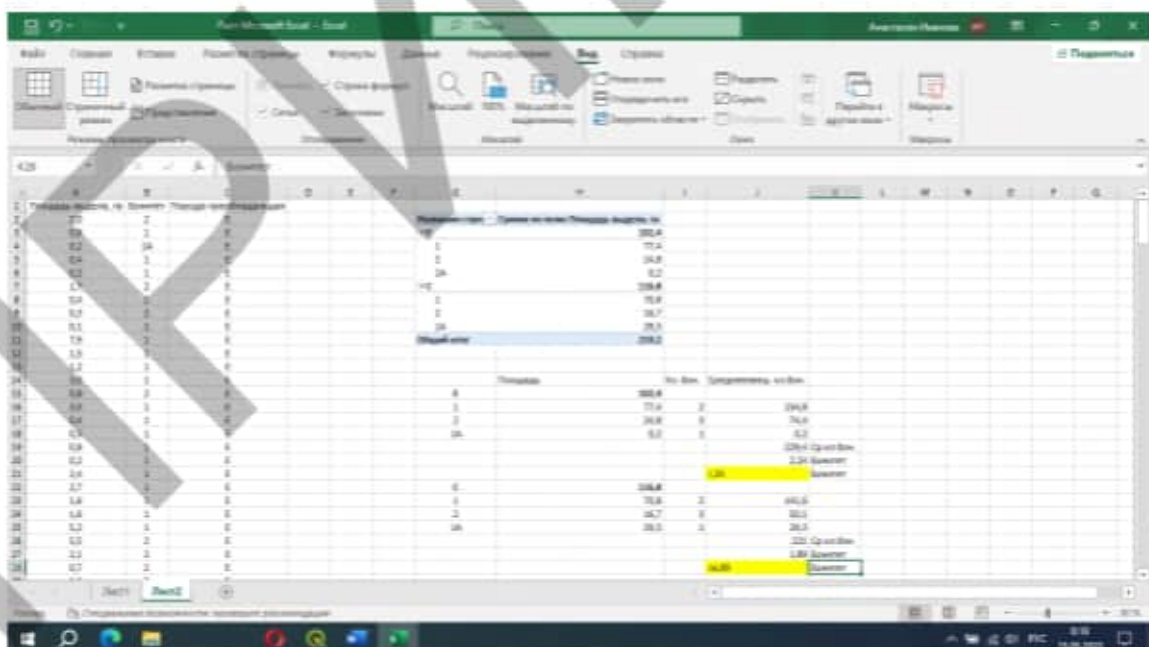


Рисунок 39 – Подсчёт средневзвешенного класса бонитета целевых пород существующих насаждений

В результате выполненной работы в среде QGIS выполнили построение плана существующих насаждений.

Глава 5 РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

5.1 Бонитировка лесных почв и выбор целевой породы

Одной из основных задач ведения лесного хозяйства является улучшение породного состава и продуктивности насаждений. В лесном хозяйстве под рациональным использованием лесных почв следует понимать получение максимального целевого эффекта любого вида пользования, включая выполнение различных функций при сравнительно простых технологиях и минимальных затратах труда и средств. В основе рационального ведения лесного хозяйства лежит соответствие экологических требований лесообразующих пород почвенно-грунтовым условиям, обеспечивающих максимальную производительность насаждений.

Иначе говоря, за счёт сил природы требуется обеспечить достижение максимального урожая, запаса, роста и вообще любого лесорастительного и экологического эффекта. Чем полнее будут использованы силы природы, тем меньше затрат потребуется на выращивание лесов.

Если территория лесного фонда занята ценными высокопродуктивными технологичными породами с разнообразным побочным использованием и в тоже время эффективно выполняющими почвозащитную, водоохранную и водорегулирующую роль, можно считать, что почвы и земли используются рационально.

Уровень плодородия отличается у разных почв, кроме того, каждое растение предъявляет свои требования к почвам. Поэтому на одной и той же почве разные растения растут по-разному. Обладая знанием о почвах и потребностях растений, можно решать следующие задачи.

- Подобрать для каждого вида почвы то растение, которое будет давать максимальный урожай.
- Подобрать для каждого растения тот вид почвы, на которой оно будет произрастать с максимальной производительностью.

- Определить причины, ограничивающие плодородие и наметить мероприятия для его повышения.

Для выбора наиболее продуктивной древесной породы в лесном хозяйстве используется бонитировочная шкала, которая получена путём вычисления средних бонитетов древесных пород по почвам (приложение).

Из этой шкалы видно, что на одной и той же почве разные древесные породы растут по-разному, а, следовательно, для каждой почвы мы можем выбрать ту породу, которая растёт здесь лучше других, т.н. целевую породу.

Целевая порода – это та порода, которую мы предлагаем для выращивания. Выбор целевой породы зависит от целей, которые мы ставим перед лесным хозяйством. Если мы ставим задачу выращивать максимально продуктивные насаждения, то в бонитировочной шкале для каждого вида почвы мы выбираем ту породу, которая произрастает на этой почве с наивысшим бонитетом.

Руководствуясь бонитировочной шкалой и результатами почвенного обследования, была составлена таблица. В этой таблице перечислены все почвенные разности, обнаруженные на территории обследованного квартала, средствами ГИС получены площади, занимаемые каждым почвенным выделом, и рассчитаны доли в процентах, которые занимает конкретный почвенный выдел от общей площади квартала.

Для каждого почвенного выдела по бонитировочной таблице была выбрана целевая порода, имеющая наилучший класс бонитета (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Бонитировочная шкала Свердловского участкового лесничества

№	Почвенная разность	Занимаемая площадь, га	Целевая порода	Класс бонитета целевой породы
1	п1д с.с. морена	1,83	С	Ia,87
2	п2д огл с.с. далл	73,58	Е	I,06
3	п2д огл с.с. морена	30,42	С	Ia,93
4	п2д с.с. далл	0,92	Е	Ia,98
5	п2д с.с. морена	79,09	С	Ia,89

№	Почвенная разность	Занимаемая площадь, га	Целевая порода	Класс бонитета целевой породы
6	пЗд огл с.с. морена	7,71	С	Ia,78
7	пЗд с.с. далл	2,58	С	Ia,84
8	пЗд с.с. морена	191,75	С	Ia,65

5.2 План перспективных насаждений

Руководствуясь представленной выше таблицей и имеющимися электронными картографическими материалами, полученными в результате самостоятельных изысканий, был построен план перспективных насаждений (приложение).

5.3 Оценка существующей продуктивности насаждений

Руководствуясь имеющимися лесоустроительными материалами, была выполнена оценка текущей продуктивности насаждений по основным лесообразующим породам.

Таблица 5.2 – Оценка текущей продуктивности насаждений

№	Целевая порода	Занимаемая площадь, га	Средневзвешенный класс бонитета целевой породы
1	Сосна	313,38	Ia,74
2	Ель	74,50	I,06

5.4 Эффективность предлагаемых мероприятий

Оценить эффективность предлагаемых мероприятий возможно путём сравнения существующих и проектируемых насаждений.

Оценка эффективности осуществляется по двум показателям:

- класс бонитета насаждения;
- общий запас насаждения на га.

В данной работе оцениваем эффективность по классу бонитета насаждения.

Для характеристики существующего насаждения приведена таблица 5.3, где указаны основные, с точки зрения оценки эффективности, параметры насаждения.

Таблица 5.3 – Показатели продуктивности существующих и перспективных насаждений

Главная порода	Существующие насаждения		Перспективные насаждения	
	Площадь насаждений, га	Средневзвешенный класс бонитета	Площадь насаждений, га	Площадь насаждений, га
Сосна	116,8	Ia,89	Сосна	116,8
Ель	102,4	I,24	Ель	102,4

Площади существующих насаждений были получены из материалов лесоустройства, а площади перспективных насаждений была определены средствами ГИС.

Средний класс бонитета перспективных насаждений рассчитывается, как средневзвешенный по площади почв, на которых рекомендуется выращивать данную породу. Для существующих насаждений средний класс бонитета насаждений был получен также как средневзвешенный показатель по площади, на которых они произрастают.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенных работ были оцифрованы материалы почвенного обследования территории объекта, площадью около 397,86 га. На основании этих материалов в среде QGIS построены электронные тематические карты, сопоставленные с соответствующей атрибутивной информацией.
2. В среде QGIS были построены следующие тематические карты: план лесонасаждений, закрашенный по преобладающим породам; почвенная карта, построенная по генетической части почв, гранулометрическому составу почв и материнским почвообразующим породам.
3. На основе существующей бонитировочной шкалы для почв Свердловского участкового лесничества средствами ГИС был получен план перспективных насаждений. Эти насаждения окажутся наиболее продуктивными в данных почвенных условиях.
4. Произведена оценка эффективности предлагаемых мероприятий, которая показала, что для проектируемых насаждений можно достичь продуктивности Ia,89 класса бонитета по сосне и I,24 – по ели. По сравнению с существующими насаждениями для указанных пород улучшение составило 0,15 и 0,18 класса бонитета соответственно.
5. Предложенный подход к созданию электронных систем картографических, атрибутивных почвенных и таксационных данных с целью рационального использования лесных почв может быть рекомендован для использования в практической деятельности лесохозяйственных организаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Абакумов, Е.В.** Почвенное картирование: учебно-методическое пособие / Е.В. Абакумов. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2012. – 128 с.
2. **Апарин, Б.Ф.** Бонитировка почв и основы государственного земельного кадастра: учебное пособие / Б.Ф. Апарин, А.В. Русаков, Д.С. Булгаков. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. – 88 с.
3. **Берлянт, А.М.** Геоинформационное картографирование / А.М. Берлянт. – М.: 1997. – 64 с.
4. **Богданова, М.Д.** Мелкомасштабное почвенно-геохимическое картографирование / М.Д. Богданова. – М.: АПР, 2008. – 168 с.
5. **Бугаевский, Л.М.** Геоинформационные системы / Л.М. Бугаевский. – М.: Златоуст, 2000. – 221 с.
6. **Вуколова, И.А.** ГИС-технологии в лесном хозяйстве: учебное пособие / И.А. Вуколова. – Пушкино: ГОУ ВППКЛХ, 2008. – 79 с.
7. **Гаврилюк, Ф.Я.** Бонитировка почв / Ф.Я. Гаврилюк. – Издательство Ростовского университета, 1984. – 228 с.
8. **Герасимова, М.И.** Мелкомасштабное почвенное картографирование: учебное пособие / М.И. Герасимова, И.П. Гаврилова, М.Д. Богданова. – М.: Географический факультет МГУ, 2010. – 119 с.
9. **Голоzubов, О.М.** Технологии и стандарты в информационной системе почвенно-географической базы данных России / О.М. Голоzubов, В.А. Рожков, И.О. Алябина, А.В. Иванов, В.М. Колесникова, С.А. Шоба. – М.: РАН. Почвоведение №1, 2015. – С. 3–13.
10. **ДеМерс, М.Н.** Географические информационные системы. Основы: пер. с англ. / М.Н. Демерс. – М.: Дата+, 1999. – 506 с.
11. **Журкин, И.Г.** Геоинформационные системы / И.Г. Журкин, С.В. Шайтура. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
12. **Зеликов, В.Д.** Почвы и бонитет насаждений / В.Д. Зеликов. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 120 с.
13. **Коновалов, Н.В.** Введение в ГИС / Н.В. Коновалов, Е.Г. Капралов. – М.: Комитет ГИС-образование, 1997. – 160 с.
14. **Курлович, Д.М.** ГИС-картографирование земель: учебно-методическое пособие / Д.М. Курлович. – Минск: БГУ, 2011. – 244 с.
15. **Лесной кодекс Российской Федерации** от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 18.12.2018). – Электрон. дан. – М., КонсультантПлюс, 2003. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
16. **Никифоров, А.А.** Анализ структуры, динамики и продуктивности лесного растительного покрова с применением ГИС-технологий, математического

и 3D моделирования: дис... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Никифоров Александр Александрович – СПб., 2005. – 157 с.

17. **Никифоров, А.А.** Разработка информационной системы Лисинского УОЛХ с применением ГИС-технологий / А.А. Никифоров – Сборник докладов молодых учёных на ежегодной научной конференции Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Выпуск 6. СПб: СПбЛТА., 2002. – С. 54–59.
18. **Общесоюзная инструкция** по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований (утв. Минсельхозом СССР 23.06.1972) / Под ред. Т.А. Ищенко – Издательство: Колос, 1973 г. – 95 с.
19. **Свидзинская, Д.В.** Основы QGIS / Д.В. Свидзинская, А.С. Бруй – Киев, 2014. – 83 с.
20. **Пахучий, В.В.** Ведение лесного хозяйства на базе ГИС: учебное пособие / В.В. Пахучий. – Сыкт. лесн. ин-т. – Сыктывкар: СЛПИ, 2013. – 56 с.
21. **Почвенное картирование: учебно-методическое пособие** / под ред. Б.Ф. Апарина, Г.А. Касаткиной. – СПб.: Изд-во Петерб. ун-та, 2012. – 128 с.
22. **Савин, И.Ю.** Анализ почвенных ресурсов на основе геоинформационных технологии: автореф. дис... докт. с/х. наук 03.00.27: / Савин Игорь Юрьевич. – М., 2004. – 50 с.
23. **Соболев, С.С.** Рациональное использование почв / С.С. Соболев. – М.: Московский лесотехнический институт. Научные труды. Выпуск 40, 1972. – 169 с.
24. **Старостенко, Д.А.** Геоинформационные технологии в лесной отрасли. ГИС / Д.А. Старостенко. – Ассоциация, Информационный бюллетень, 2000. – 12 с.
25. **Тикунова, В.С.** Геоинформатика [Текст]: учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «География», «Экология», «Природопользование», «Геоэкология», «Прикладная информатика (по областям)»: 2-х книгах. Кн. 1 / под ред. В.С. Тикунова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Академия, 2010. – 400 с.
26. **Трубина, Л.К.** Геоинформационные системы: методическое указание для студентов кафедры геоэкологии / Л.К. Трубина. – Новосибирск, 2002. – 29 с.
27. **Ульянова, Т.Ю.** Практические занятия по курсу “Картография почв” / Т.Ю. Ульянова, Ю.Н. Зборищук. – 2-е изд., перераб. и дополнен. – М. Изд-во МГУ, 2005. – 120 с.
28. **Цветков, В.Я.** Геоинформационные системы и технологии / В.Я. Цветков. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 288 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ
(картографические и справочные
материалы)

Бонитировочная шкала

Почва	С	Е	Л	Дн	Б	Ос
Д Гл л.сугл. на ДАлл	II	II			II,6	
Д Гл л.сугл. на М					III	
Д Гл л.сугл. на ФГ						
Д Гл ср.сугл. на ДАлл					II,17	
Д Гл ср.сугл. на М		II,06			II,37	
Д Гл ср.сугл. на ПС					II,77	
Д Гл ср.сугл. на ФГ		II			II,74	
Д Гл супесч. на М					II	
Д Гл т.сугл. на ФГ					II	
П1Д л.сугл. на ДАлл	Ia,98	I		III,17	I,22	I
П1Д л.сугл. на М	Ia,91	I,04	Ia,29		I,08	I,24
П1Д л.сугл. на ПС	I	I			I	
П1Д л.сугл. на ФГ	Ia,8	I,04			I,15	I,11
П1Д огл л.сугл. на ДАлл	I,39	I			I,37	II
П1Д огл л.сугл. на М	I,37	I			I,69	I,56
П1Д огл л.сугл. на ФГ	I,11	I			I,3	I
П1Д огл пес.св. на ДАлл	I					
П1Д огл ср.сугл. на ДАлл	I,1	I			I,33	
П1Д огл ср.сугл. на М	Ia,55	I			II	I,47
П1Д огл ср.сугл. на ПС		I			I	
П1Д огл ср.сугл. на ФГ	Ia,89	I		III	I,12	
П1Д огл супесч. на ДАлл	I,25	I			I,87	
П1Д огл супесч. на М	I	I				
П1Д огл супесч. на ФГ		I				
П1Д огл т.сугл. на ДАлл						II
П1Д огл т.сугл. на М		I				
П1Д пес.св. на ФГ	Ia,54	I				
П1Д ср.сугл. на ДАлл	I,02	I		IV	I	
П1Д ср.сугл. на М	Ia,87	I,03	I	II	I,34	II
П1Д ср.сугл. на ПС	Ia,58				I	
П1Д ср.сугл. на ФГ	Ia,87	Ia,98			I,22	I
П1Д супесч. на ДАлл	Ia,91	I,05			II,49	
П1Д супесч. на М	I,29					
П1Д супесч. на ПС	I					
П1Д супесч. на ФГ	Ia,98	I,28			I	
П1Д т.сугл. на ФГ	Ia,39	I			I	I
П2Д Гл л.сугл. на ДАлл	III					
П2Д Гл ср.сугл. на М		II			II	
П2Д Гл ср.сугл. на ПС						
П2Д Гл ср.сугл. на ФГ		II				
П2Д Гл супесч. на ДАлл		II				
П2Д л.сугл. на ДАлл	Ia,87	I,02		III,4	I,33	I,32
П2Д л.сугл. на М	Ia,88	I,02	Ia	IV	I,18	I,07

PRINMER

Почва	С	Е	Л	Дн	Б	Ос
ПЗД огл г. сугл. на ФГ					II	
ПЗД пес. св. на ФГ	I					
ПЗД ср. сугл. на ДАлл	Ia,84	Ia,97		II,78	I,32	I,44
ПЗД ср. сугл. на М	Ia,65	Ia,99	Ia,55	III,57	I,24	I,5
ПЗД ср. сугл. на ПС	Ia,68	Ia,85		II,09	I,09	I,05
ПЗД ср. сугл. на ФГ	Ia,92	Ia,98		III,13	I,16	I,1
ПЗД супесч. на ДАлл	I,21	I,38				
ПЗД супесч. на ФГ		I				
Пргн. Гл л. сугл. на ДАлл					III	
Пргн. Гл л. сугл. на М						
Пргн. Гл л. сугл. на ФГ						
Пргн. Гл пес. св. на ФГ						
Пргн. Гл ср. сугл. на ДАлл					II,56	
Пргн. Гл ср. сугл. на М		II			II,83	
Пргн. Гл ср. сугл. на ПС					II	
Пргн. Гл ср. сугл. на ФГ					II,55	
Пргн. Гл супесч. на ДАлл						
Пргн. Гл супесч. на ПС						
Т1Гл вер. ср. сугл. на М	IV				III	
Т1Гл вер. ср. сугл. на ПС					II	
Т1Гл вер. супесч. на ДАлл	III				III	
Т1Гл низ. ср. сугл. на М					III	
Т1П1Д Гл л. сугл. на ДАлл	II,42				III	
Т1П1Д Гл л. сугл. на ФГ					II	
Т1П1Д Гл ср. сугл. на ДАлл	III					
Т1П1Д Гл ср. сугл. на М					II,93	
Т1П1Д Гл ср. сугл. на ФГ					II,24	
Т1П1Д огл л. сугл. на ДАлл	II,6				II	
Т1П1Д огл л. сугл. на ФГ	II	II			II,38	
Т1П1Д огл супесч. на ДАлл					II,61	
Т1П2Д Гл л. сугл. на ДАлл	II					
Т1П2Д Гл л. сугл. на М	II					
Т1П2Д Гл л. сугл. на ФГ	III				II,49	
Т1П2Д Гл ср. сугл. на М	III				II,64	
Т1П2Д Гл ср. сугл. на ПС					III	
Т1П2Д Гл ср. сугл. на ФГ	II,72				II,31	
Т1П2Д огл л. сугл. на ДАлл	II					
Т1П2Д огл л. сугл. на ФГ	II,27				III	
Т1П2Д огл пес. св. на ФГ					II	
Т1П2Д огл ср. сугл. на ДАлл						
Т1П2Д огл ср. сугл. на М					III	
Т1П2Д огл ср. сугл. на ПС					III	
Т1П2Д огл ср. сугл. на ФГ	III				II,19	
Т1П2Д огл супесч. на ДАлл	II					
Т1П3Д Гл л. сугл. на ДАлл	III				II	

Почва	С	Е	Л	Дн	Б	Ос
Т1ПЗД Гл л.сугл. на ФГ	III				III	
Т1ПЗД Гл ср.сугл. на ДАлл	III				III	
Т1ПЗД Гл ср.сугл. на М	III	II			II,26	II
Т1ПЗД Гл ср.сугл. на ФГ	IV	III			III	II
Т1ПЗД огл л.сугл. на ДАлл	II,4				III	
Т1ПЗД огл л.сугл. на М	II					
Т1ПЗД огл л.сугл. на ФГ	II,16				II,83	
Т1ПЗД огл пес.св. на ДАлл	II,42				IV	
Т1ПЗД огл пес.св. на ФГ					II,24	
Т1ПЗД огл ср.сугл. на ДАлл	II				I,89	
Т1ПЗД огл ср.сугл. на М		III			II,97	
Т1ПЗД огл ср.сугл. на ПС	III				II	
Т1ПЗД огл ср.сугл. на ФГ	II,37	III			II,97	
Т1ПЗД огл супесч. на ДАлл	II					
Т1ПЗД огл супесч. на ФГ					III	
Т2П1Д Гл л.сугл. на М	IV,76					
Т2П1Д Гл л.сугл. на ФГ	IV					
Т2П1Д Гл ср.сугл. на ДАлл	IV					
Т2П1Д Гл ср.сугл. на М	IV					
Т2П1Д Гл ср.сугл. на ФГ					IV	
Т2П1Д Гл супесч. на ДАлл	IV					
Т2П2Д Гл л.сугл. на ДАлл					IV	
Т2П2Д Гл л.сугл. на М					IV,29	
Т2П2Д Гл л.сугл. на ФГ	IV,64				V,28	
Т2П2Д Гл ср.сугл. на ДАлл	IV					
Т2П2Д Гл ср.сугл. на М	III,55				IV,02	
Т2П2Д Гл ср.сугл. на ПС	III				III	
Т2П2Д Гл ср.сугл. на ФГ	IV,15				IV,18	
Т2П2Д Гл супесч. на ДАлл					IV	
Т2П3Д Гл 0009 на ДАлл					IV	
Т2П3Д Гл л.сугл. на ДАлл	IV				V	
Т2П3Д Гл л.сугл. на М	IV,06					
Т2П3Д Гл л.сугл. на ФГ	IV,49					
Т2П3Д Гл ср.сугл. на ДАлл	IV					
Т2П3Д Гл ср.сугл. на М	IV				IV,66	
Т2П3Д Гл ср.сугл. на ПС					III	
Т2П3Д Гл ср.сугл. на ФГ	III,89				III,89	
Т3Гл вер. л.сугл. на ДАлл					IV	
Т3Гл вер. ср.сугл. на ДАлл					III	
Т3Гл вер. ср.сугл. на М		I				

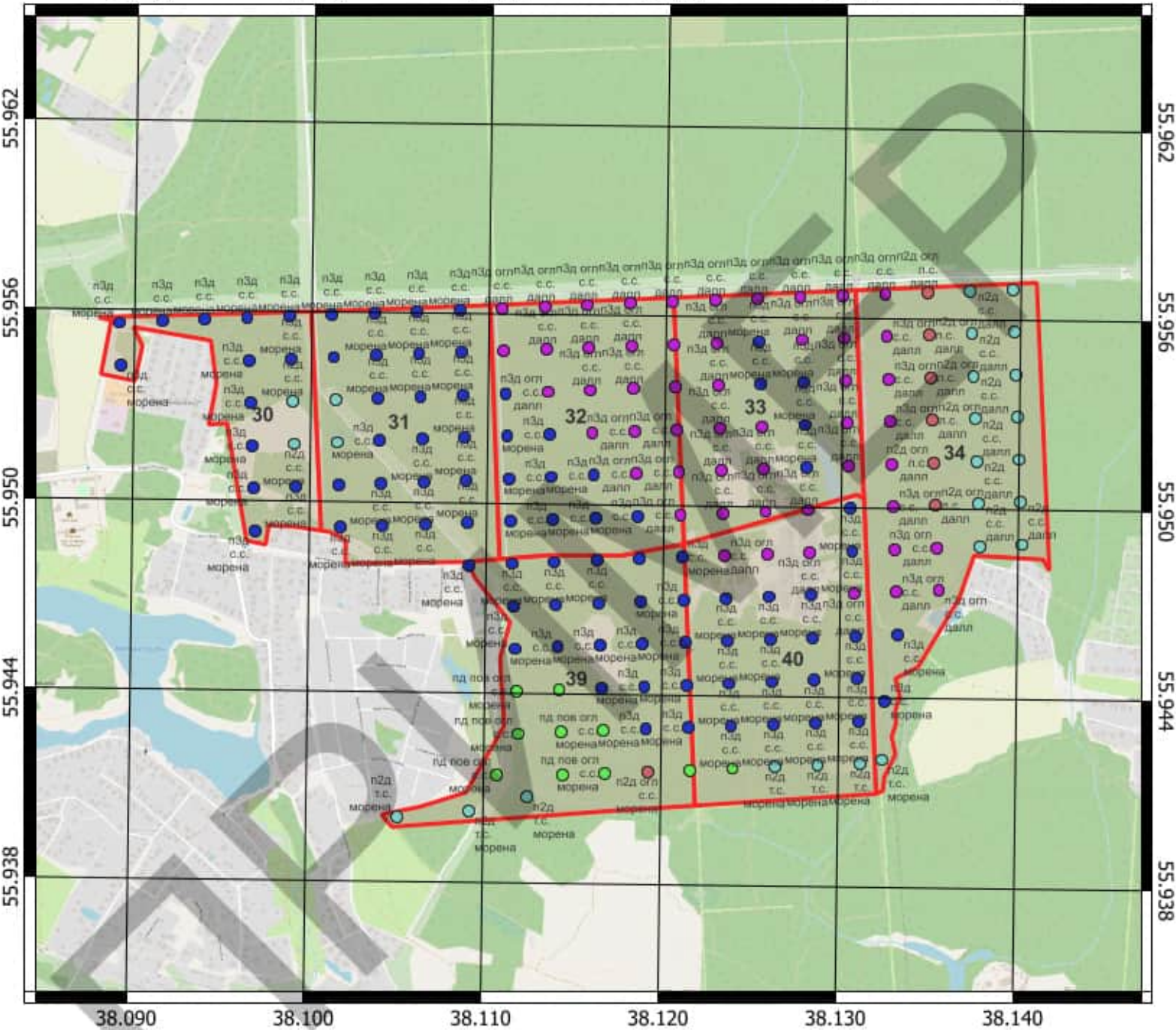


ПЛАН

расположения почвенных разрезов

Масштаб 1:20000

38.090 38.100 38.110 38.120 38.130 38.140



55.962

55.956

55.950

55.944

55.938

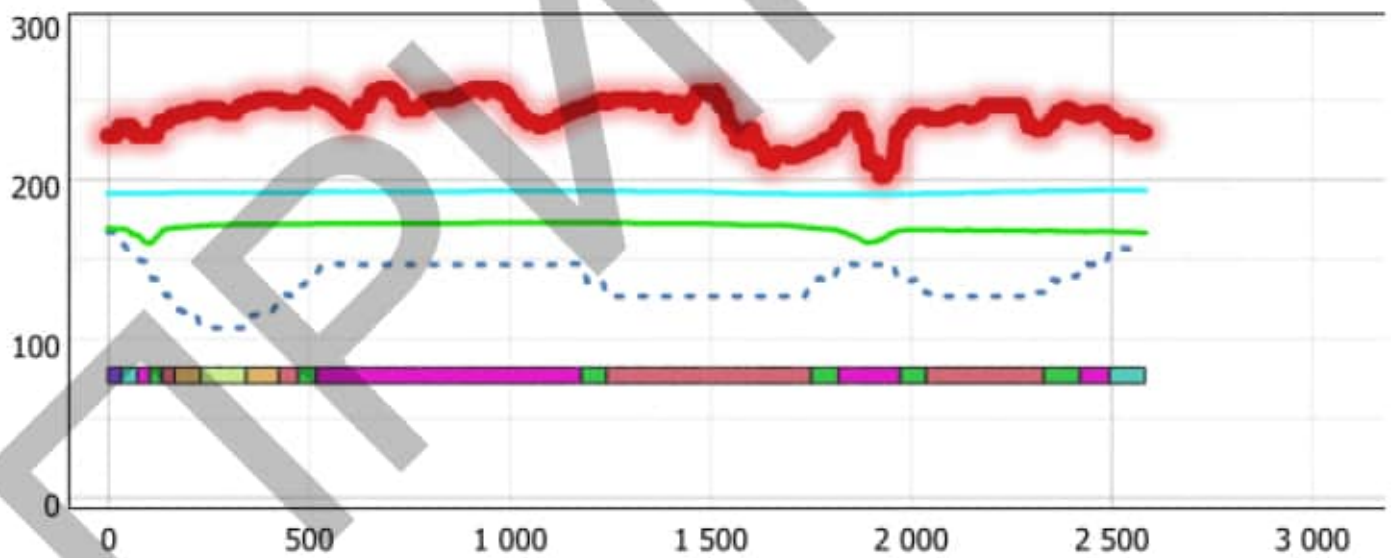
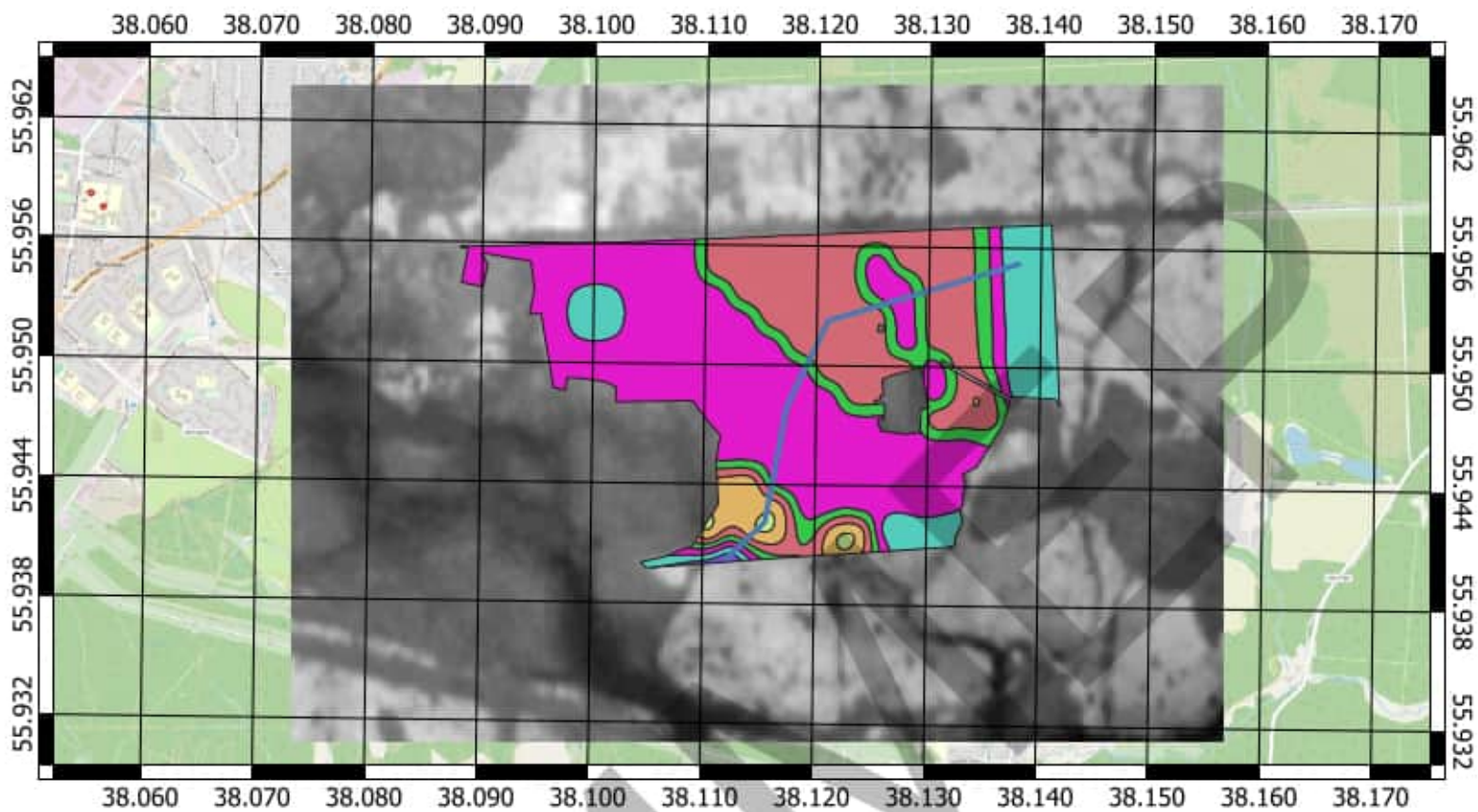
Условные обозначения

Почвенные разрезы

- п2д (дерново-среднеподзолистая)
- п2д огл (дерново-среднеподзолистая оглеенная)
- п3д (дерново-сильноподзолистая)
- п3д огл (дерново-сильноподзолистая оглеенная)
- пд пов огл (дерново-подзолистая поверхностно-оглеенная)
- ▭ Квартальная сеть

0 200 400 м





Условные обозначения

— Линия профиля

ALOS 2

- Канал 1 (Red)
- Канал 2 (Green)
- Канал 3 (Blue)

OSM Standard

Почвенная карта 2021

- п1д
- п2д
- п2д огл
- п3д
- п3д огл
- пд пов огл
- т1п пов огл

◆ Линия профиля

- - Soil
- SRTM + Топо
- SRTM
- ALOS 2

0 200 400 м





ПЛАН СУЩЕСТВУЮЩИХ НАСАЖДЕНИЙ

Масштаб 1:20000

Условные обозначения

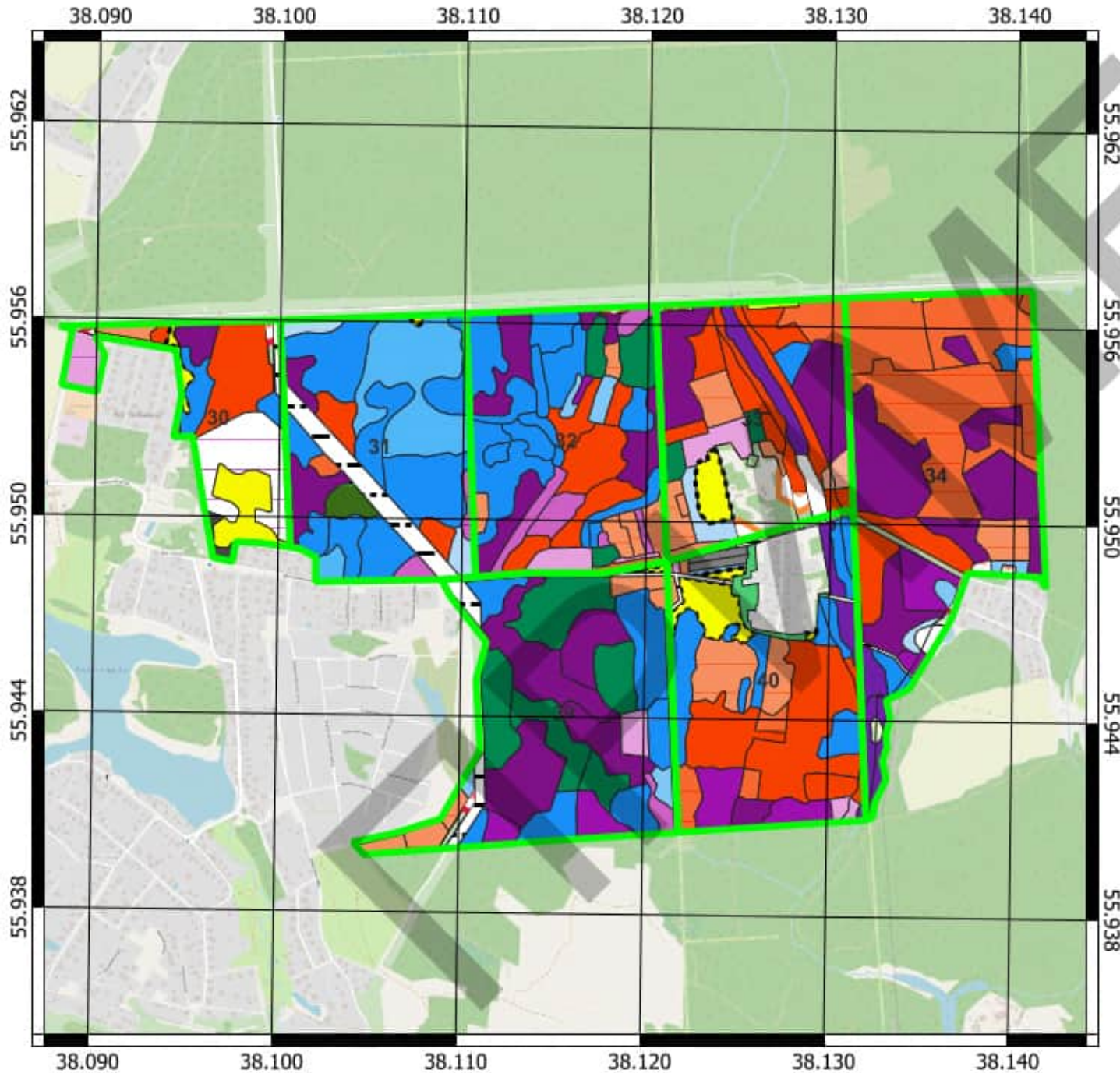
Квартальная сеть

Существующие насаждения и инфраструктура:

- Болото
- Дорога автомобильная грунтовая
- Дорога автомобильная с искусственным покрытием
- Коллективные сады
- Линия электропередач
- Нефтепровод
- Поляна для отдыха
- Поселок
- Прочие земли
- Пруд
- Усадьба ведомственная
- Усадьба частная
- БКАСредневозрастныеКультуры лесные
- БСпелыеКультуры лесные
- БМолодняки первой и второй группыНасаждение
- БСредневозрастныеНасаждение
- БПриспевающиеНасаждение
- БСпелые и ПерестойныеНасаждение
- ДСредневозрастныеКультуры лесные
- ДНПерестойныеНасаждение
- Е-Культуры несомкнувшиеся
- ЕМолодняки первой и второй группыКультуры лесные
- ЕСредневозрастныеКультуры лесные
- ЕМолодняки второй группыНасаждение
- ЕСредневозрастныеНасаждение
- ЕПриспевающиеНасаждение
- ЕСпелыеНасаждение
- ЛППерестойныеНасаждение
- ОЛЧСпелые и ПерестойныеНасаждение
- ОССпелые и ПерестойныеНасаждение
- СМолодняки первой группыКультуры лесные
- ССредневозрастныеКультуры лесные
- СПриспевающиеКультуры лесные
- ССредневозрастныеНасаждение
- СПриспевающиеНасаждение
- ССпелыеНасаждение

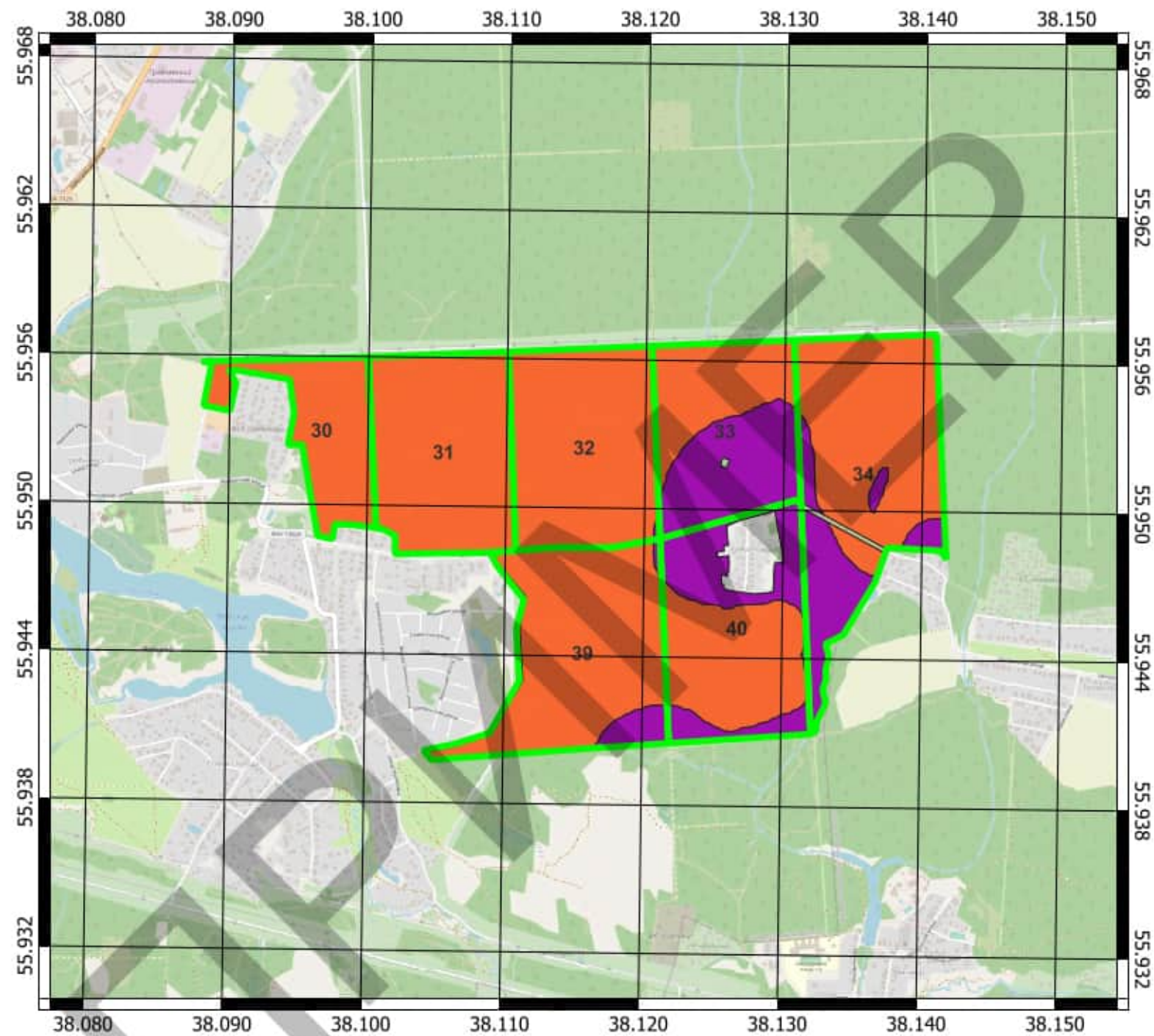
OSM Standard

0 250 500 м



ПЛАН ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Масштаб 1:25000



Условные обозначения

Перспективные насаждения:

-  Е
-  С
-  Квартальная сеть

OSM Standard

0 250 500 м

