

Специализированный учебно-научный центр федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Федеральный этап

**Всероссийского конкурса юных исследователей окружающей среды**

**Направление:** Ландшафтная экология и почвоведение

Тема исследовательской работы:

**Особенности почвенного дыхания и физико-химических показателей почв Шарташского лесопарка с промышленной нагрузкой**

Автор работы: Ярмиева Диана Наильевна 10Л класс

Руководитель: Шабалина Анна Андреевна,  
учитель химии и биологии СУНЦ УРФУ

Екатеринбург, 2025 год

Оглавление	
Введение.....	3
Глава 1. Шарташский лесопарк .....	5
Глава 2. Антропогенная нагрузка .....	6
Глава 3. Почва.....	8
Глава 4. Экспериментальная часть .....	11
4.1. Методика.....	11
4.2. Результаты исследования.....	16
4.3. Выводы.....	18
Заключение .....	19
Список литературы .....	20
Приложения .....	23
Приложение 1 .....	23
Приложение 2.....	24
Приложение 3.....	26
Приложение 4.....	27
Приложение 5.....	28

## Введение

Свердловская область – промышленный регион с большим количеством предприятий по добыче полезных ископаемых. Горно-металлургический комплекс по сравнению с другими отраслями промышленности Свердловской области очень развит. На территории Свердловской области расположено около 60 предприятий горно-металлургического профиля [6].

Шарташский гранитный карьер – это горнодобывающий и перерабатывающий карьер на территории г. Екатеринбурга. Разработка Шарташского гранитного карьера началась с 20-х годов XX века, когда в стране активно развивались промышленные предприятия и добыча полезных ископаемых. Добыча гранита с самого начала велась открытым путём. Основным методом добычи гранита были взрывные работы, повреждавшие естественный почвенный покров. Очень часто превышались предельно допустимые концентрации гранитной пыли в воздухе, что негативно повлияло также на состояние местной экосистемы [1]. Таким образом, длительные разработки Шарташских гранитных карьеров привели к разрушению слоя почвы, её загрязнению гранитной пылью и, как следствие, их деградации и непригодности для восстановления местных смешанных лесов.

**Проблематика.** Отработанные промышленные предприятия по добыче полезных ископаемых открытым способом должны быть рекультивированы. Однако, за счёт слабого развития технологий добычи полезных ископаемых в прошлом веке, отработанные карьеры остались открытыми. Такие случаи довольно распространены на территории Свердловской области. На сегодняшний день площадь нарушенных земель, представленных карьерами, выемками, отвалами, хвостохранилищами и хранилищами горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, составила 548,15 тыс. га. [6].

На данный момент территория заброшенных карьеров принадлежит Шарташскому лесопарку, который является особо охраняемой природной территорией. А добыча гранита продолжается уже за территорией лесопарка.

**Актуальность.** Результаты мониторинга земель за 2023 г. по их качественному и экологическому состоянию показывают, что 12,1% территории Свердловской области подвержено деградации земель, вызывающей расширение ареалов проблемных и кризисных экологических ситуаций. Среди опасных негативных процессов на территории Свердловской области интенсивно развиваются водная эрозия, подтопление, переувлажнение и заболачивание, засоление, снижение содержания гумуса, загрязнение и захламливание земель, добыча и переработка полезных ископаемых [6].

**Гипотеза:** мы предположили, что промышленная нагрузка, которая оказывалась на ландшафт при добыче полезных ископаемых, оказывает влияние на почвенное дыхание и физико-химические характеристики почвы.

**Объект исследования:** почва, образовавшаяся в результате саморекультивации гранитных карьеров.

Предмет исследования: почвенное дыхание и физико-химические показатели почв в местах с разной промышленной нагрузкой.

Цель: изучение почвенного дыхания и физико-химических показателей почв в локациях Шарташского лесопарка с промышленной нагрузкой.

Задачи:

- 1) Отобрать почвенные образцы в местах с промышленной нагрузкой и без неё.
- 2) Провести пробоподготовку почвенных образцов и измерить рН и электропроводность почвенных вытяжек.
- 3) Оценить почвенное дыхание в пробах.
- 4) Оценить, как изменяются данные показатели в зависимости от промышленной нагрузки на локациях, откуда были отобраны почвенные образцы.

## Глава 1. Шарташский карьер

Множество небольших карьеров разбросаны в восточном и юго-восточном секторе Шарташского лесного парка. Поверхность территории парка относительно ровная, только в восточной части поднимаются невысокие широтного протяжения увалы. Имеются две горки – Красная и Песчаная, возвышающиеся на 25-30 м над уровнем моря (абсолютная высота – 300-305 м). Шарташский лесной парк занимает особое положение в ряду лесных парков города Екатеринбурга. Являясь, с одной стороны, лесным массивом, наиболее освоенным населением города в западной, южной и северо-восточной частях, лесной парк, с другой стороны, имеет уникальные природоохранную и историко-культурную особенности.

Шарташский гранитный карьер – горнодобывающий и перерабатывающий карьер на территории г. Екатеринбурга Свердловской области. Месторождение сложено гранитами пятнисто-серого цвета с включениями кварца и темноцветных минералов.

Его история началась в 1915 году, когда в стране активно развивались промышленные предприятия и добыча полезных ископаемых, в том числе добыча и переработка каменных ресурсов: гранита, известняка, асбеста. Именно тогда появился первый из ныне имеющих гранитных карьеров на Шарташе – Сибирский, расположенный в краевой части Шарташского гранитного массива [14].

Во второй половине XX века Шарташский гранитный массив начали разрабатывать ещё активнее. В 1925 году своё начало берёт Шарташский гранитный карьер, некоторые точки которого активно разрабатываются и сейчас. В 1957 году началась добыча гранита в Большом Шарташском карьере.

На данный момент территория заброшенных карьеров принадлежит Шарташскому лесопарку, который является особо охраняемой природной территорией.

Разработка Шарташских гранитных карьеров с самого начала велась открытым способом. В ходе промышленных разработок естественный почвенный покров был подвержен механическому разрушению, что повлекло за собой уничтожение местных экосистем

Группой под предводительством дизайнера Николая Ивановича Моргунова было предложено объединить процесс рекультивации с благоустройством Шарташского лесопарка, превратив карьер в горно-геологический пейзажный парк [14].

Этот парк, по задумке, должен быть не только рекреационным ресурсом, но и инструментом, позволяющим рекультивировать естественный ландшафт гранитных карьеров на Шарташе, сохранить характерный для данных территорий биотоп и минимизировать экологический и ландшафтный ущерб.

## Глава 2. Антропогенная нагрузка

### 2.1. Виды антропогенной нагрузки

Проблема рационального использования почв приобрела особо важное значение в настоящее время. Из-за большого развития промышленности, в том числе горнодобывающей и металлургической, многие территории подвержены влиянию на них деятельности людей, то есть антропогенной нагрузке.

Сама по себе антропогенная нагрузка – это прямое или косвенное воздействие человека на окружающую среду, приводящая к изменениям условий жизни всех видов, обитающих на данной территории. Выделяют целенаправленную нагрузку (для поддержания функционирования ландшафта в определенном режиме, например, распашка, внесение удобрений и др.) и побочную нагрузку (в виде различных загрязнений природной среды, разрушения структуры природных комплексов и др.) [9].

### 2.2. Промышленная нагрузка

На многих промышленных территориях большое значение имеет промышленная антропогенная нагрузка.

Промышленная антропогенная нагрузка – это зачастую косвенное воздействие человека на окружающую среду с промышленных предприятий за счёт вредных выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод в водоёмы, промышленных отходов, механического уничтожения естественных природных ресурсов, в том числе ресурсов литосферы.

В Свердловской области распространена добыча минералов в карьерах открытым способом. Это приводит к резкому изменению гидрологического режима рек, скапливанию большого объема вскрышных пород. Ежегодно впоследствии деятельности предприятий горнорудной промышленности создается более 150 млн. м<sup>3</sup> этих пород, внушительная часть которых хранится в отвалах, являющихся источниками вторичного загрязнения земель. В результате недостаточных природоохранных мер, слабого внедрения малоотходных технологий, отсутствия упорядоченной системы сбора, транспортировки, обезвреживания и складирования отходов производства вокруг промышленных центров области происходит загрязнение почв солями тяжелых металлов и другими соединениями органического и минерального происхождения, что влияет на изменение естественной среды обитания местных биотопов [14].

Для оценки и дальнейшего предотвращения последствий промышленной антропогенной нагрузки проводятся многочисленные мониторинги, оценивающие влияние человека на различные экологические показатели. Так, мониторинг, схожий с нашим исследованием, был проведён кандидатом биологических наук Горячевой Тamarой Алексеевной в 2002 году. В своём исследовании Тамара Алексеевна изучала физико-химические показатели почв

без антропогенной нагрузки и почв, используемых для агропромышленности [8]. На основе этого и других почвенных мониторингов можно судить о состоянии почв в нашем регионе [10].

### Глава 3. Почва и почвенное дыхание

Почва — целостное развивающееся природное образование, и человечество постоянно опиралось на ее способность восстанавливать свое состояние после нарушения его человеком. Именно поэтому с самого начала существования человеческого общества люди начали использовать почву для своей выгоды. Одновременно росли потребности населения, что требовало разработок зональных систем земледелия [7].

Почва — природный объект, формирующийся в результате преобразования поверхностных слоёв суши при совместном воздействии факторов почвообразования.

- Почва состоит из почвенных горизонтов, образующих почвенный профиль, характеризуется плодородием [10].
- Почвенный профиль — совокупность генетически сопряжённых и закономерно сменяющихся почвенных горизонтов, на которые расчленяется почва в процессе почвообразования. Почвенный профиль - вертикальный разрез почвы от поверхности до материнской породы (грунтовой) (рисунок 1,).
- Почвенный горизонт — специфический слой почвенного профиля, образовавшийся в результате воздействия почвообразовательных процессов [1].

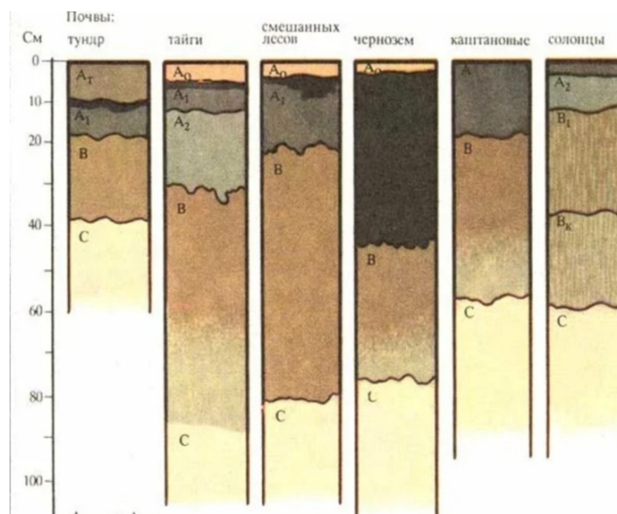


Рисунок 1 - Почвенные горизонты

Мы исследовали почвенное дыхание, отбирая почвенные пробы из горизонта А<sub>1</sub>.

Жизненные процессы в почве играют ключевую роль для ее строения, плодородия, роста и развития растений. В садовой почве с глубиной пахотного слоя до 0,2 м количество микроорганизмов может составлять 7%, что означает 42 кг органической массы на каждые 100 квадратных метров .

Гумусовые вещества — высокомолекулярные органические соединения кислотного характера, которые составляют до 90% органического вещества почвы. Они образуются из отмерших остатков растений, микроорганизмов, почвенных животных и продуктов их жизнедеятельности. По содержанию этих веществ в почве судят о её плодородности.

Превращение органических остатков в гумус – сложный биохимический процесс, совершающийся за счёт живых организмов и содержащегося в почве кислорода. Главными в этом процессе являются микроорганизмы, для которых почва является естественной средой обитания: бактерии, простейшие, грибы, одноклеточные водоросли. Огромная населенность почв микробиотой способствует преобразованию мёртвой органики в гумусовые вещества, формированию плодородия почв. Животные, населяющие почву, тоже активно участвуют в превращении органических остатков в гумус. Насекомые и их личинки, измельчают и перетирают растительные остатки, перемешивают их с почвой, заглатывают, перерабатывают и выбрасывают неиспользованную часть в виде экскрементов в почву[13]. Данный процесс превращения органических веществ в гумус напрямую зависит от почвенных микроорганизмов, которые вносят в свой вклад в почвенное дыхание.

Почвенное дыхание — это ключевой процесс в экосистеме, в ходе которого углерод высвобождается из почвы в виде  $\text{CO}_2$ . Интенсивность почвенного дыхания, происходящего в экосистеме, контролируется несколькими факторами. Температура, влажность, содержание питательных веществ и уровень кислорода в почве могут оказывать существенное влияние на интенсивность дыхания.

Интенсивность дыхания может быть измерена различными способами. Методы могут быть использованы для разделения исходных компонентов, в данном случае типов фотосинтетических путей дыхания растительных структур. В результате всех процессов клеточного дыхания высвобождаются энергия, вода и  $\text{CO}_2$  из органических соединений. Любое дыхание, происходящее под землей, считается почвенным дыханием. Дыхание корней растений, бактерий, грибов и почвенных животных приводит к выделению  $\text{CO}_2$  в почву.

На интенсивность почвенного дыхания в значительной степени может влиять деятельность человека. Это связано с тем, что люди обладают способностью и уже на протяжении многих лет изменяют различные контролирующие факторы почвенного дыхания. Одним из таких факторов является промышленная нагрузка. [16].

Методы исследования почвенного дыхания

Открытые стационарные системы. Системы открытого типа предназначены для определения скорости потока почвенного газа при достижении равновесия в измерительной камере. Воздух проходит через камеру до того, как камера будет закрыта и герметизирована. Это позволяет удалить из камеры все посторонние примеси  $\text{CO}_2$  перед проведением измерений. После закрытия камеры, внутрь подается свежий воздух с контролируемой и программируемой скоростью потока. Он смешивается с почвенным  $\text{CO}_2$ , и через некоторое время достигается равновесие. Исследователь определяет точку равновесия как разницу в показаниях  $\text{CO}_2$  между последовательными измерениями за определенный промежуток времени.

Вызванное субстратом дыхание в полевых условиях с использованием стабильных изотопов. Одной из проблем при измерении почвенного дыхания в полевых условиях является то, что дыхание микроорганизмов нельзя отличить от дыхания корней растений и почвенных животных. Эту проблему можно решить с помощью методов, основанных на стабильных изотопах. Сахарный тростник — это  $\text{C}_4$ -сахар, который может выступать в качестве изотопного индикатора.[20][21] Сахарный тростник содержит немного больше  $^{13}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C} \approx -10\text{‰}$ ), чем эндогенный (природный) углерод в  $\text{C}_3$  экосистеме ( $\delta^{13}\text{C} =$  от  $-25$  до  $-28\text{‰}$ ). Сахарный тростник можно распылить на почву в виде раствора, и он проникнет в верхний слой почвы. Только микроорганизмы будут поглощать добавленный сахар, поскольку корни поглощают углерод, ассимилированный растением в процессе фотосинтеза. Анализируя  $\delta^{13}\text{C}$  выделяемого почвой  $\text{CO}_2$  с добавлением или без добавления сахарного тростника, можно рассчитать долю  $\text{C}_3$  (корневого и микробного) и  $\text{C}_4$  (микробного дыхания).

Исследование почвенного дыхания с использованием стабильных изотопов может быть использовано в качестве инструмента для измерения микробного дыхания в естественных условиях без воздействия на микробные сообщества путем смешивания почвенных питательных веществ, кислорода и загрязняющих веществ, которые могут присутствовать в почве.

Изучив, приведённые методики, мы пришли к выводу, что для проведения исследования в школьной лаборатории необходимо выбрать более простую методику оценки почвенного дыхания. Поэтому мы изучали почвенное дыхание методом титрования.

Мы исследовали почвенное дыхание методом титрования, так как этот метод позволяет изучить почву в лаборатории, а не на местности. Так же метод является более доступным по стоимости и материалам по сравнению с выше представленными методами.

## Глава 4. Практическая часть проекта

### 4.1. Методика исследования

Схема исследования представлена на рисунке 2.

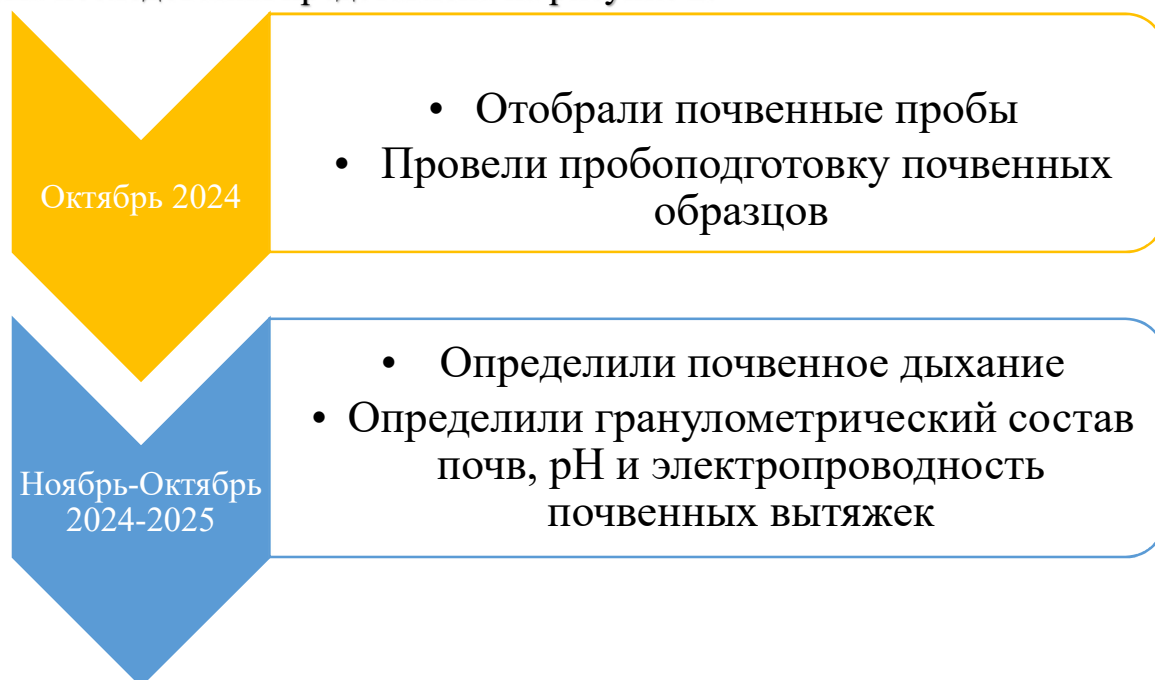


Рисунок 2 - Схема исследования

Отбор почвенных образцов был проведён 26 октября 2024 года в Шарташском лесопарке, недалеко от озера Большое Шарташское (рисунок 3).

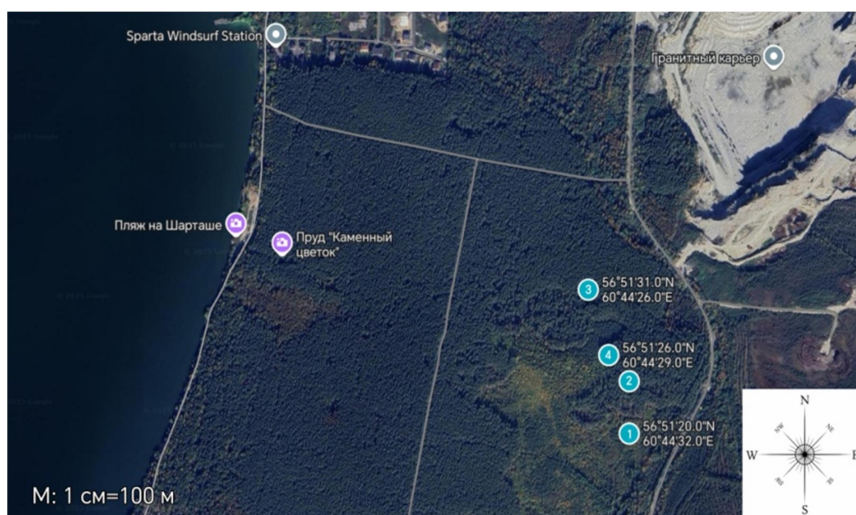


Рисунок 3 - Места отбор почвенных проб

Отбор почв проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 [2]. Для отбора проб сделали поверхностный почвенный разрез глубиной до 10 см. Пробы были помещены в полиэтиленовые пакеты, предварительно пронумерованные. При отборе были описаны биологические виды, наблюдаемые на данной точке. Описывали растительность, почвенных

животных и другие наблюдения. Результаты описания, а также информацию об отборе проб мы описали в таблице (Приложение 1).

Отбирали пробы в трех заброшенных карьерах и для сравнения отобрали пробу в фоновом лесу, где не велась добыча гранита в трех полевых повторностях (Приложение 2).

Пробоподготовка заключалась в высушивании и усреднении почвенных образцов (Приложение 3).

Изучение почвенного дыхания. «Дыхание почвы» - процесс образования  $\text{CO}_2$  в результате разложения и окисления органического вещества почвенными микроорганизмами и корнями растений. Мы определяли почвенное дыхание по количеству  $\text{CO}_2$ , которое выделяет почва по методике абсорбционного метода [17]. Для выполнения исследования использовали следующие приборы и материалы:

- Перчатки;
- Емкости для титрования;
- Соляная кислота 0,1 М;
- NaOH 0,1 М;
- Фенолфталеин;
- Капельница 15 мл;
- Пипетки Пастера на 5 мл.

Пробоподготовка:

- 1) Готовим 5 одинаковых ёмкостей объёмом 500мл с герметично закрывающейся крышкой
- 2) Маркируем ёмкости номерами 1, 2, 3, 4 и X (холостая) с помощью перманентного маркера;
- 3) Взвешиваем ёмкости и фиксируем их массу в лабораторном журнале;
- 4) На весах готовим четыре одинаковые навески почвы массой 30 гр
- 5) Переносим навески почвы в ёмкости №1,2,3 и 4;
- 6) Распределяем почву ровным слоем по дну ёмкостей;
- 7) Готовим и нумеруем с помощью перманентного маркера 5 ёмкостей для титрования
- 8) С помощью бюретки переносим в каждую ёмкость для титрования по 2 мл раствора NaOH 0,1 М;
- 9) Ставим открытые ёмкости для титрования №1, №2, №3 и №4 с раствором NaOH на поверхность почвы в соответствующих ёмкостях на 0,5л №2 и №3 (Рисунок 4);

10)



Рисунок 4 - Исследование почвенного дыхания

- 11) Открытую емкость для титрования №1 с раствором NaOH помещаем на дно пустой емкости на 0,5 л (емкость X, контрольный эксперимент);
- 12) Закрываем ёмкости крышкой и оставляем на сутки при комнатной температуре.

Титрование:

- 13) Открываем капельницу, извлекаем носик-дозатор и переносим в неё с бюретки 100мл раствора соляной кислоты 0,1 М;
- 14) Извлекаем из емкости №1 емкость с раствором NaOH 0,1 М;
- 15) Добавляем в раствор 1 каплю раствора фенолфталеина;  
(Раствор NaOH должен приобретает малиновую окраску.)
- 16) Размещаем емкость для титрования на белой бумаге и, считаем количество миллилитров и перемешиваю содержимое ёмкости вращательными движениями, добавляем в емкость для титрования соляную кислоту из бюретки до полного обесцвечивания раствора;
- 17) Фиксируем объём соляной кислоты, который потребовался для полного обесцвечивания раствора (Рисунок 5);



Рисунок 5 - Окрашивание раствора до титрования (слева) и в момент завершения титрования (справа)

- 18) Вычисляем количество моль щелочи, содержащееся в емкости для титрования по формуле:

$n(\text{NaOH}) = C_{\text{HCl}} * V_{\text{HCl}} = 0,1 * V_{\text{HCl}}$ , где  $V_{\text{HCl}}$  – объем соляной кислоты в миллилитрах, потраченный на титрование (рассчитан в п. 20);

- 19) Аналогично проводим титрование растворов NaOH 0,1 из емкостей №2, №3, №4, №5 и рассчитываем количество моль щелочи, содержащееся в них;
- 20) Рассчитываем среднее количество моль щелочи в емкостях №1, №2, №3, №4 по формуле:  $n(\text{NaOH})_{\text{cp}} = (n(\text{NaOH})_2 + n(\text{NaOH})_3) / 2$
- 21) Сравниваем количество моль щелочи в ёмкости X со средним количеством моль щелочи в емкостях №1, №2, №3 и №4;
- 22) Вычисляем массу  $\text{CO}_2$ , выделившегося в результате дыхания почвы по формуле:  $m(\text{CO}_2) = (n(\text{NaOH})_1 - n(\text{NaOH})_{\text{cp}}) * M(\text{CO}_2)$  где  $n(\text{NaOH})_1$  – количество NaOH, содержащееся в контрольной ёмкости X,  $n(\text{NaOH})_{\text{cp}}$  – усредненное количество щелочи, содержащееся в емкостях №1, №2, №3 и №4,  $M(\text{CO}_2) = 44$  г/моль – молярная масса  $\text{CO}_2$ .
- 23) Данные приводим к мг  $\text{CO}_2$  на 100 гр влажной почвы. Получаем по формуле объём  $\text{CO}_2$  в мг из навески почвы, которую брали для инкубирования, и пересчитываю

Проводим титрование полученных растворов и вычисляем выделяемые количества  $\text{CO}_2$  в процессе дыхания почвы.

Далее был определён механический (гранулометрический) состав почвенных образцов[15] (Приложение 4).

В ладонь насыпали примерно 1 столовую ложку почвы, прилили по каплям дистиллированную воду при помощи пипетки Пастера и перемешали до образования рыхлого комка. Этот комок скатали в небольшой шарик, затем попробовали скатать его в колбаску. Полученную колбаску соединили в кольцо, после чего результаты для каждого образца сравнили с данными методических разработок и внесли их в таблицу.

Физико-химический анализ почв. Далее, были определены электропроводность и кислотность почвенных вытяжек [3] (Приложение 5).

Для исследования приготовили навеску сухой почвы массой 15 г; поместили навеску в лабораторный стакан и добавили 50 мл дистиллированной воды. При помощи стеклянной палочки перемешали содержимое до состояния суспензии и оставили на 20-30 минут при комнатной температуре; все образцы отфильтровали при помощи воронки с фильтром. Почвенную вытяжку использовали для дальнейших исследований.

Для исследований использовали электрохимический метод при помощи прибора: ЕС/TDS/pH метр «HannaInstruments». В каждую из почвенных вытяжек опустили прибор, измерили нужные показатели и полученные измерения зафиксировали и внесли в общую таблицу. После каждого измерения датчик прибора промывали дистиллированной водой, просушивая фильтровальной бумагой.

Ход анализа.

1. Предварительно подготавливаем образец почвы к анализу. Для этого крупные комки почвы либо разламываем руками, либо раздробляем в фарфоровой ступке до комков диаметром 5 мм и меньше. Цель такого измельчения - получить более однородный образец и иметь возможность тщательно перемешивать его при взятии средней пробы, которая должна характеризовать все свойства исследуемой почвы.
2. Для определения кислотности 10 г образца почвы взвешиваем на весах с точностью до 0.1 г и переносим в стеклянный стаканчик на 50 мл.
3. К навеске прибавляем 25 мл дистиллированной воды, чтобы отношение почвы к раствору составило 1:2.5.
4. Содержимое стаканчика перемешиваем в течении 5 мин стеклянной палочкой.
5. В суспензию помещаем стеклянный измерительный электрод и хлорсеребряный электрод сравнения (или комбинированный электрод).
6. Измерим значение pH.

Проводим 3 повторности. Найденные значения pH почвы вноси в таблицу 1[С. 4 ГОСТ 26423-85].

## 4.2. Результаты исследования

Таблица 1 - Физико-химические свойства почв

Номер образца	Механический состав	pH, ед. pH	Электропроводность, мкСм-см
Карьер 1	супесчаный	6,6	106
Карьер 2	супесчаный	6,5	208
Карьер 3	супесчаный	6,6	193
Фоновый лес 4	Легкосуглинистый	6,8	161

По таблице 1 можно заметить, что различие в механическом составе почв наблюдается только между образцами из карьеров и леса. Между собой состав почв из бывших карьеров не отличается, что говорит о гомологичном происхождении этих почв.

Значение pH почвенной вытяжки практически не имеет различий (рисунок 6).

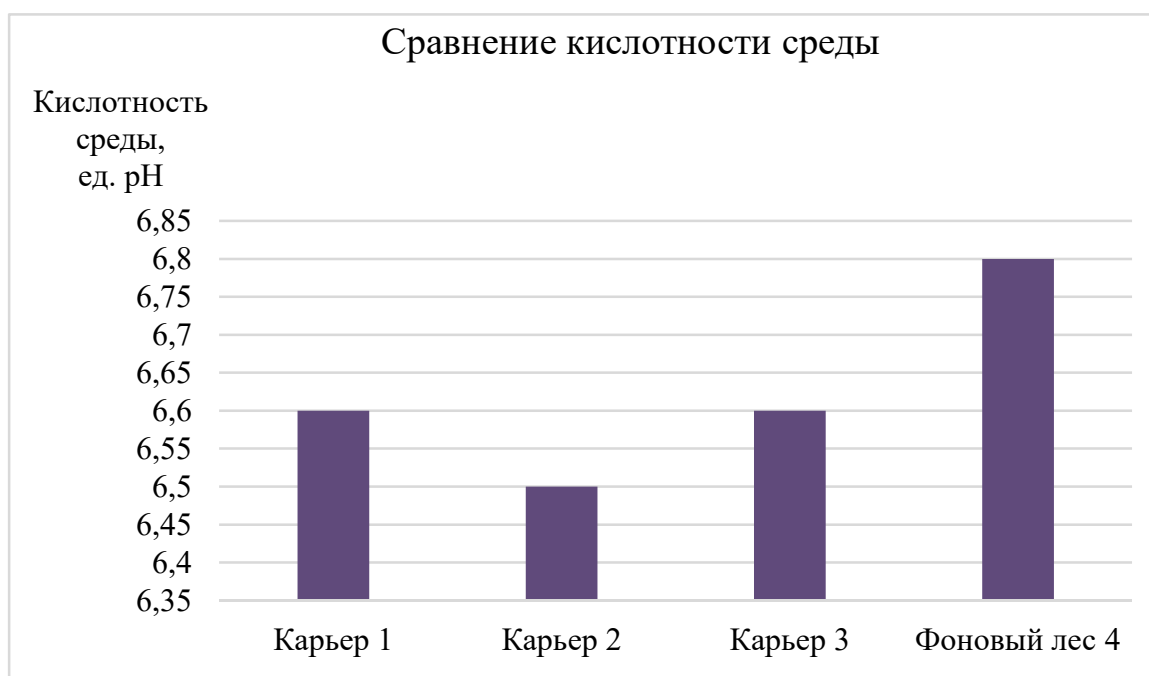
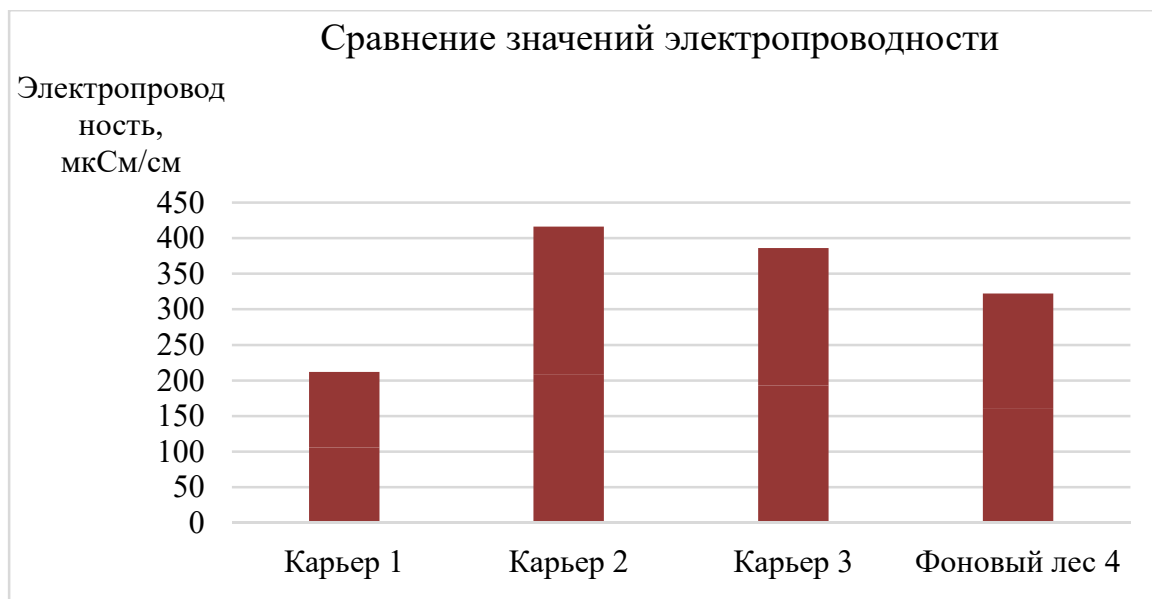


Рисунок 6 - Сравнение кислотности среды почвенных образцов

Значение электропроводности почвенной вытяжки различается (рисунок 7)



**Рисунок 7 - Сравнение электропроводности почвенных образцов**

Наибольшие значения наблюдаются в образцах № 2 и № 3, что может объяснить различие в механическом и органико-минеральном составе материнских пород, образовавших почву, а также условиями среды, характерными для каждой локации.

Наиболее интенсивное почвенное дыхание (таблица 2) наблюдается в образце № 1, значения в пробах № 2 и № 3 схожи. Значение в фоновом лесу (образец № 4) существенно не отличается от экспериментальных образцов.

**Таблица 2 Почвенное дыхание**

Номер образца	Почвенное дыхание мг на 20 г почвы
Карьер 1	15,73±0,335
Карьер 2	13,97±0,92
Карьер 3	13,97±0,62
Фоновый лес 4	14,74±1,072

Таким образом, в наших исследованиях не замечено существенной разницы в интенсивности почвенного дыхания в образцах из бывших карьеров и из образца почвы с ненарушенной территории.

## Выводы

В результате нашего исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Изучив историю и расположение Шарташских карьеров, обнаружили локации для отбора почвенных образцов, провели их отбор и пробоподготовку.

2. Изучили физико-химические показатели почв, такие как механический состав образцов, их электропроводность и рН. Среди механических составов встречаются супесчаные и легкосуглинистые почвы. По электропроводности значения колеблются между 106 и 208 мкСм/см. По кислотности среды колебания небольшие, между 6,5 и 6,8 ед.рН. Проследили за разницей в полученных значениях и предположили, что промышленная нагрузка не влияет на данные показатели.

3. Изучили почвенное дыхание. Результаты колеблются от 13,97 до 15,73 мг СО<sub>2</sub> на 20 г почвы.

4. Оценив результаты исследований, обнаружили, что наличие или отсутствие промышленной нагрузки на почвы в прошлом никак не влияет на почвенное дыхание и физико-химические показатели почв. Возможно, рельеф местности вносит большой вклад на данные показатели. (Приложение 2)

## Заключение

Во время исследования мы освоили различные навыки изучения почв, отработали полученные знания о методиках исследования на практике; научились определять гранулометрический состав почв, кислотность среды и электропроводность почвенных вытяжек, почвенное дыхание методом титрования.

Наши поставленные цели и задачи были реализованы согласно плану проекта, однако гипотеза о зависимости промышленной нагрузки на почвенное дыхание и физико-химические характеристики почвы, была опровергнута. Выдвинуто предположение что показатели зависят от рельефа местности. В будущем мы планируем подробнее изучить рельеф мест отбора почв в связи с нашими предположениями.

Несмотря на неподтвержденность гипотезы, мы должны понимать, что промышленная нагрузка оказывала и продолжает оказывать влияние на почвы. Именно поэтому наш интерес к данной теме остаётся актуальным, и мы должны изучить её подробнее, чтобы в будущем использовать эти знания для решения проблемы о большом количестве нарушенных почв в нашем регионе, не способных к самостоятельному восстановлению.

Вот некоторые возможные способы решения этой экологической проблемы:

1. Полная рекультивация месторождений полезных ископаемых после окончания их разработок.
2. Мониторинг и оценка состояния почв.
3. Внедрение экологически чистых технологий промышленных разработок полезных ископаемых.
4. Просвещение населения в сфере защиты земельных ресурсов.
5. Внедрение законов, ограничивающих наиболее агрессивные методы разработок полезных ископаемых.

## Список используемой литературы и источников

1. ГОСТ 23740-2016. Грунты. Методы определения содержания органических веществ = Soils. Methods of laboratory determination of organic composition : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён и введён в действие протоколом Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации от 25 октября 2016 г. N 92-П : введён впервые : дата введения 2017— 07— 01 / разработан Обществом с ограниченной ответственностью «Геологический центр Санкт-Петербургского государственного университета» (ООО «Геологический центр СПбГУ») по заказу Национального объединения изыскателей, при участии региональной общественной научной организации «Охотинское общество грунтоведов». ОАО «Трест геодезических работ и инженерных изысканий», АО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ». ООО «Центр генетического грунтоведения». – Москва: Стандартинформ, 2017
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа = Nature protection. Soils. Methods for sampling and preparation of soil for chemical, bacteriological, helminthological analysis : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 декабря 1984 г. N 4731 : введён впервые : дата введения 1986-01-01 / разработан Минприроды России. – Москва :Стандартинформ, 2008.
3. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки = Soils. Methods for determination of specific electric conductivity, рН and solid residue of water extract : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён и введён в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 8 февраля 1985 г. № 283 : введён впервые : дата введения 1986-01-01 / разработан Министерством сельского хозяйства СССР. – Москва: Стандартинформ, 2011.
4. Учебная геологическая практика : учебно-методическое пособие / М. В. Венгерова, А.С. Венгерова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. университета, 2014. – 84с.
5. Морфология почв : учебно-методическое пособие / Витковская Светлана Евгеньевна. – Санкт-Петербург : Изд-во Российского государственного гидрометеорологического ун-та, 2022. – 38с.
6. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДОКЛАД О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2023 ГОДУ [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области : [сайт]. — URL: [https://mprso.midural.ru/upload/uf/fe2/tqbgk6v06nbp4zd04g2l0gu4d24mp4pk/Gosudarstvennyy\\_doklad\\_2023.pdf](https://mprso.midural.ru/upload/uf/fe2/tqbgk6v06nbp4zd04g2l0gu4d24mp4pk/Gosudarstvennyy_doklad_2023.pdf) (дата обращения:13.10.2025).

7. Горбылева, А. И. Почвоведение : учебное пособие / В. Б. Воробьев, А. И. Горбылева, Е. И. Петровский ; под ред. А. И. Горбылевой. — 2-е изд., перераб. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. — 400 с.

8. Горячева, Т.А. Мониторинг органического вещества почвенного компонента естественных и антропогенно нарушенных экосистем Среднего Урала : специальность 03.00.16 «Экология» : диссертация на соискание учёной степени кандидата биологических наук / Горячева Тамара Алексеевна ; Ин-т экологии растений и животных УрО РАН. — Екатеринбург, 2002. — 24 с.

9. Касаткина, И. В. Экология. Шпаргалка / Касаткина И. В. ; Саратов : Научная книга, 2000. — 40с.

10. Кизилев, О. А., Шуманов В. Б. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ [Электронный ресурс] // Вестник Кемеровского государственного университета. : [сайт]. — URL: <https://vestnik-kses.kemsu.ru/upload/c04628ec6149226535068919376e82f2/files/d10c1b94b63a478905d053ade43111dd.pdf> (дата обращения:12.02.2025).

11. Косотуров, Е. С. Экологические проблемы Свердловской области, на примере г. Екатеринбург и их изучение в школе : выпускная квалификационная работа / Косотуров Егор Сергеевич ; Уральский государственный педагогический университет. — Екатеринбург, 2016. — 90 стр.

12. Майданик, Б. ОТ КАРЬЕРА ДО КАРЬЕРА [Электронный ресурс] // Уральская библиотека : [сайт]. — URL: [https://urbibl.ru/Stat/Dostoprimechatelnosti/ot\\_karyera.htm](https://urbibl.ru/Stat/Dostoprimechatelnosti/ot_karyera.htm) (дата обращения: 29.12.2024).

13. Почвоведение с основами растениеводства : учебное пособие / т. п. Марчик, А. Л. Ефремов. — Гродно : Изд-во Гродненского государственного ун-та имени Янки Купалы, 2006. — 248с.

14. Минин, Е. А. К ВОПРОСУ О ЕЩЕ ОДНОМ СИМВОЛЕ ЕКАТЕРИНБУРГА [Электронный ресурс] // Электронный научный архив Уральского федерального университета : [сайт]. — URL: [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/60521/1/978-5-7996-2407-1\\_02\\_21.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/60521/1/978-5-7996-2407-1_02_21.pdf) (дата обращения: 08.02.2025).

15. Прохорова, Т. В. Практические занятия по дисциплине ОП.03 «Основы почвоведения и сельскохозяйственного производства» : Методические указания по выполнению практических занятий для обучающихся по направлению 21.02.04 «Землеустройство» очной формы обучения / Прохорова Татьяна Владимировна ; Уральский государственный лесотехнический университет. — Екатеринбург, 2023. — 40 стр.

16. Рошетт П., Фланаган Л., Грегори Э. (1999) Разделение почвенного дыхания на компоненты, связанные с растениями и почвой, с использованием

анализа естественного содержания углерода-13. Журнал Общества почвоведов Америки. 63, 1207–1213

17. Шарков, 1984г

## Описание биотопов мест отбора почвенных образцов

Номер образца	Расшифровка номера	Географические координаты точки	Описание наблюдаемой растительности
1	Карьер №1	56*51'20"с.ш 60*44'32"в.д	Древесные виды: берёза обыкновенная, ива, сосна обыкновенная, рябина обыкновенная.  Травянистые виды: брусника, папоротники.  Мхи: сфагнум, политрихумы.
2	Карьер №2	56*51'24"с.ш 60*44'32"в.д	Древесные виды: береза обыкновенная, сосна обыкновенная, рябина обыкновенная.  Кустарничковые виды: малина лесная, шиповник майский.  Травянистые виды: папоротники, брусника, черника лесная, злаки;
3	Карьер №3	56*51'31"с.ш 60*44'26"в.д	Древесные виды: береза обыкновенная, сосна обыкновенная, рябина обыкновенная.  Травянистые виды: черника лесная, папоротники, земляника.  Мхи: политрихумы, сфагнум.
4	Фоновый лес	56*51'26"с.ш 60*44'29"в.д	Древесные виды: сосна обыкновенная, береза обыкновенная.  Кустарничковые виды: ракитник русский, шиповник майский.  Травянистые виды: мышиный горошек, черника лесная, брусника, злаки.

**Рельеф местности и внешний вид биотопов**

Карьер № 1 – Зброшенный гранитный карьер рядом с небольшим каменным плато



Карьер № 2 – Зброшенный гранитный карьер на холмистой местности



Карьер № 3 – Зброшненны гранітны карьер непадалёку ад гранітнай сцяны



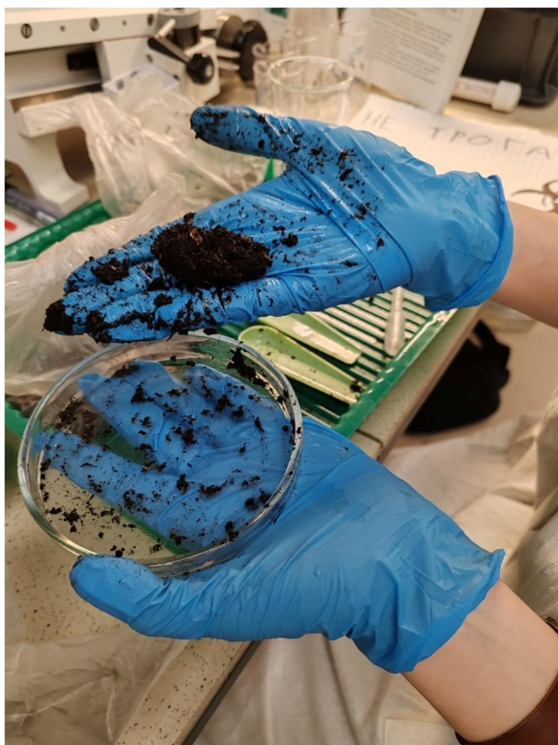
Фоновы лес, без прамышленнай антропогеннай нагрузкі



**Пробоподготовка почвенных образцов**



**Определение гранулометрического состава почв**



Измерение pH и электропроводности почвенных вытяжек

