

**Челябинская область**  
**Муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя  
общеобразовательная школа №2» Копейского городского округа**  
**Школьное лесничество «Экоша»**

**Региональный этап Всероссийского конкурса школьных лесничеств  
имени Г.Ф. Морозова**

**Номинация: «Исследуем и сохраняем»**

**Влияние на лес рекреационной нагрузки при естественной  
рекультивации отвалов отработанного угольного карьера посёлка  
Октябрьского**

Автор: Бакашов Данил Сергеевич,  
9 класс, МОУ «СОШ № 2» КГО  
Руководитель: Илёва Ольга  
Леонидовна, педагог  
дополнительного образования  
Муниципального  
общеобразовательного учреждения  
«Средняя общеобразовательная  
школа №2»

**2024 год**

## Оглавление

Введение	3
1. Краткий обзор литературных источников	4
1.1 Географическая характеристика района исследования	4
1.2 Факторы, способствующие естественному возобновлению леса	5
2. Практическая часть	6
2.1 Методика исследования	6
2.2 Результаты исследования	6
2.3 Обсуждение результатов	8
Заключение	9
Список литературы	10
Приложение	11

## Введение

**Проблема:** Добыча полезных ископаемых открытым способом приводит к катастрофическим последствиям: уничтожаются все экосистемные компоненты, растительные сообщества и почвенный покров, образуются отвалы «пустой» породы, которые обладают минимальным потенциалом для восстановления ранее существующих экосистем при самозарастании.

**Актуальность:** Недалеко от посёлка Октябрьского находятся отвалы бывшей шахты «Октябрьская», после её закрытия остатки угольных пластов обрабатывались открытым способом до 2012 года. При разработке угольного карьера было нарушено геоботаническое сообщество. Восстановление экосистемы происходит естественным способом.

**Гипотеза:** Нарушенная почвенная структура и замена на отвальные породы приводит к низкоэффективному геоботаническому восстановлению на отвалах отработанного угольного карьера посёлка Октябрьского.

**Цель:** изучение влияния свойств почвы и подстилающих горных пород отвалов горных пород на геоботаническое восстановление.

### Задачи:

1) Изучить факторы, способствующие естественному возобновлению леса;

2) Изучить структуру и свойства почв на отработанном угольном карьере посёлка Октябрьского;

3) Изучить фильтрационно-ёмкостные свойства почв на территории отвалов угольного карьера поселка Октябрьского;

4) Провести геоботаническое описание территории отвалов угольного карьера поселка Октябрьского;

5) Провести анализ естественного лесовозобновления на отвалах угольного карьера поселка Октябрьского

**Методы:** анализ информации, геоботанические исследования, таксационные измерения, систематизация, обобщение, геологическая экскурсия, отбор образцов, эксперимент, анализ и интерпретация данных

**Место и сроки проведения исследования:** май-сентябрь 2023 года, территория отвалов угольного карьера поселка Октябрьского.

**Новизна:** Исследование фильтрационно-ёмкостных свойств горных пород отвалов угольного карьера «Октябрьский» проводилось впервые, для этого использовались лабораторные методы определения пористости и проницаемости горных пород. Впервые проводилось геоботаническое исследование на территории отвалов угольного карьера поселка Октябрьского.

**Практическая значимость:** результаты исследовательской работы можно использовать на уроках физики при изучении капиллярных явлений, на уроках географии и биологии или на занятиях геологического объединения при изучении темы подземных месторождений нефти и газа.

В исследовательской работе предложены рекомендации для проведения мероприятий по восстановлению экосистемы и лесовозобновлению.

## Краткий обзор литературных источников

### 1.1 Физико-географическая характеристика района исследования

Копейский городской округ — муниципальное образование в Челябинской области с административным центром — городом Копейском. Площадь - 236,7 км<sup>2</sup>, население округа ≈ 150 000 человек.

Копейский городской округ в геоморфологическом отношении располагается в зоне Зауральского пенеплена на юго-западной окраине Западносибирской низменности. В геологическом отношении Копейский городской округ находится в зоне главного Уральского разлома. Челябинский грабен сложен мезозойскими породами и перекрыт чехлом кайнозойских пород. Палеогеновая система сложена песками, опоками, глинами, диатомитами, алевролитами. К востоку от Челябинска субмеридионально с севера на юг протянулся на 230 км Челябинский бурогольный бассейн, включающий разрабатываемые на территории Копейского городского округа Камышинское и Копейское месторождения [1].

В пределах Копейского городского округа располагаются неглубокие озёра малых размеров и многочисленные техногенные карьеры, связанные с тектоническими разломами и заполненные подземными водами.

Территория Копейского городского округа располагается в лесостепной зоне с оподзоленными и выщелоченными чернозёмами.

Для лесостепи типичны берёзово-осиновые колки с подлеском из шиповника, черёмухи и рябины и разнотравно-злаковые участки степи с преобладанием ковыля, мятлика, костра безостого, полыни, типчака, овса степного. На территории преобладает лесостепная и степная фауна [2].

Климат умеренно-континентальный. Наибольшая сумма осадков приходится на летний сезон, в среднем суммы осадков-от 500 до 300 мм.

Поселок Октябрьский Копейского городского округа находится в 20 км южнее от г. Челябинска и в 26 км к юго-западу от центра г. Копейска (приложение 1). Рабочий поселок Октябрьский возник рядом с открытой в 1958 году шахтой. В настоящее время в посёлке проживает ≈ 8500 человек. В посёлке работают предприятия: завод «ПтицеПромОборудование», учреждение ФКУ ИК-1, ПАО «Птицефабрика Челябинская», ООО «КарбоКерамикс-Евразия».

В 1954 году была заложена шахта «Калачевская № 3» под озером Свиное, которое было осушено. Добыча бурого угля велась с 1958 года, в 1971 году шахту переименовали в «Октябрьскую». Потребителями угля были Челябинская и Южно-Уральская ГРЭС, а также жилищно-бытовой сектор.

Проектная мощность шахты — 360 тыс. т угля в год (производственная мощность 750 тыс. т), добыто 18,5 млн т угля. В 1996 году шахта «Октябрьская» была ликвидирована (на момент закрытия разведанные запасы угля составляли 19 млн. т) [7]. После её закрытия были отработаны открытым способом оставшиеся целики угольных пластов. В 2012 году добычу угля на карьере прекратили. Террикон пустой породы, поднятый из шахты, был разобран для дорожного строительства.

В настоящее время отработанный угольный карьер заполнен

подземными водами и зарыблен, местные жители используют его для рыбалки, рядом с ним находятся отвалы породы, вынимаемой из карьера.

### **1.2 Факторы, способствующие естественному возобновлению леса**

Для определенных этапов возобновительного процесса - прорастания семян, образования и формирования всходов, самосева и подроста важное значение имеет микросреда — микроклимат, микрорельеф, напочвенный покров, подстилка, верхние горизонты почвы, определяющие благоприятные условия среды. Для успешного прорастания семян необходимы оптимальные влага, тепло и воздух, фильтрационно-ёмкостные свойства подстилающих горных пород, влияющие на способность вмещать, пропускать атмосферную влагу [8].

Многообразие условий среды при возобновлении леса относится к двум типам: а) возобновление под пологом леса, б) возобновление на открытом месте. В разных типах леса и лесорастительных условиях вырубок и гарей, на склонах создается неодинаковая обстановка для возобновления леса. После сплошной рубки или пожара создается новая экологическая обстановка, лесорастительные условия, которая типом леса не отражается. Изреживание способствует проникновению света, тепла и влаги, создает благоприятные условия для возобновления леса, разрастание светлюбивой травянистой растительности, затрудняет возобновление леса. Низовой пожар уничтожает самосев и подрост под пологом леса, но он же, изменив светотепловой режим и режим влаги, уничтожив напочвенный покров и обнажив почву, создает подходящие условия для появления новых поколений.

Для создания благоприятных условий лесовосстановительного процесса важно регулировать густоту, сомкнутость насаждения. Возобновление леса под пологом часто происходит неравномерно и имеет куртинный характер, молодое поколение обычно селится на месте отмирающих старых деревьев в образующихся просветах. Явление характерно для темнохвойных, разновозрастных светлохвойных и широколиственных лесов [8].

Формирование леса происходит с образованием разновозрастных древостоев с особенностями лесного биогеоценоза, изменения его во времени. Равномерное возобновление леса может происходить под пологом одновозрастного леса и без последующего воздействия пожара, на открытом месте отмечается большая изменчивость и динамичность напочвенной среды в условиях открытого места [8].

Исследования в России и за рубежом показали, что благоприятные условия для массового прорастания семян под пологом леса и на открытом месте создаются на обнаженной минеральной почве; а при отсутствии или избытке влаги, при неблагоприятном температурном режиме — среда для прорастания семян и процессов возобновления становится неблагоприятной.

Показателем этих новых экологических условий является тип рубки или гари. Для сохранности и формирования насаждений при естественном лесовосстановлении большое значение имеет выбор оптимальных способов, методов проведения лесоводственных уходов [6].

## 2. Практическая часть

### 2.1 Методика исследования

Все исследования проводились по общепринятым методикам. Изучения свойств почвы проводились по методике Н. А. Качинского. Изучение фильтрационно-ёмкостных свойств осадочных горных пород проводилось по методике геолого-геофизического факультета Новосибирского Государственного университета [3]. Методика геоботанического исследования была предоставлена кафедрой Лесоводства Института леса и природопользования Уральского государственного лесотехнического университета (г. Екатеринбург) [5].

### 2.2 Результаты исследования

По литературным и интернет-источникам изучили физико-географическую характеристику Копейского городского округа, историю угледобычи на шахте «Октябрьская», фильтрационно-ёмкостные свойства горных пород, факторы, способствующие естественному лесовозобновлению.

В июне 2023 года при проведении геологической экскурсии на отвалы угольного карьера «Октябрьский» провели отбор 7 образцов осадочных горных пород (приложение 2, фото 1 - 2), сфотографировали обнажения с отметкой мест отбора образцов (приложение 2, фото 5-6). С каждого участка отвала с одинаковым видом пород методом диагонали, было собрано по 3 образца. В школе образцы горных пород просушили в сушильном шкафу (приложение 2, фото 3-4) при  $t=250$  в течение 3 часов до постоянной массы, определили влажность образцов породы отвалов по формуле  $V \% = \frac{m_{нач} - m_{сух}}{m_{сух}} * 100$  (приложение 3, таблица 1). Образцы осадочных горных пород представляют собой аргиллиты, определили их твердость: от 1,5 до 2,5.

Было подготовлено 4 образца для каждой породы: три фракции породы по размеру частиц: а) более 1 см, б) от 0,1 до 1 см, в) менее 0,1 см и усредненной пробы для однородности состава. Разделение на фракции было проведено при помощи различных сит с размерами отверстий 10 мм и 1 мм. Каждой породе присвоен номер и индекс по размеру фракции: А – крупная фракция, Б – средняя фракция, В – мелкая фракция. Измерили проницаемость проб с различными по размеру фракциями и усреднённых проб.

Изучили открытую пористость осадочных горных пород отвалов угольного карьера Октябрьский по описанной методике [1] (приложение 3, таблица 2). Взвесили на электронных весах массу пустого стакана емкостью 100 мл ( $m_{ст}=13,0$  г), массу стакана, наполненного сухой горной породой  $m_{сух.породы}$  и массу стакана с горной породой, заполненной водой  $m_{насыщ.породы}$  (приложение 2, фото 4).

По формуле рассчитали пористость горных пород  $P = V_{пустот}/V_{образца}$ , где  $V_{пустот} = V_{воды} = m_{воды}$ ;  $m_{воды} = (m_{насыщ.породы} - m_{сух.породы} - m_{ст})$ , а  $V_{образца} = 100$  мл

Для изучения проницаемости осадочных горных пород при проведении эксперимента была собрана установка, проведена ее калибровка (приложение 2, фото 7). Измерили среднее время пролива жидкости через эталон  $\Delta t = 17,5$  (сек) с известным коэффициентом проницаемости эталона  $k_{эталона} = 0,38$ ,

рассчитали калибровочный коэффициент  $A_k$  по формуле:  $A_k = k_{\text{этало́на}} * \Delta t = 0,38 * 17,5$  Калибровочный коэффициент  $A_k = 6,65$

В дальнейшем исследовании изучили проницаемость осадочных горных пород отвалов угольного карьера «Октябрьский» по описанной методике [3], измерив для этого время пролива воды через исследуемые образцы горных пород (приложение 2, фото 8), которое составляет от 2 минут до 12 часов 48 минут. Проницаемость вычислили по формуле  $k = A_k / \Delta t$  при  $A_k = 6,65$ , ее значения оказались в пределах от 0,168 до 57,826 мД (Приложение 3, табл. 3).

В июле 2023 года провели экскурсию на территорию отвалов породы карьера Октябрьского, отобрали пробы почвы верхнего горизонта до 25 см в глубину методом конверта на пробных площадках (приложение 2, фото 9, 10), которые размещены на отвалах отработанного угольного карьера Октябрьского и на контрольной точке в естественном лесном массиве.

В школе пробы почвы просушили в сушильном шкафу при температуре 200 °С, до постоянной массы, определили влажность, окраску, минералогический состав методом шнура (приложение 3, таблица 4).

В августе 2023 года во время экскурсии на территории бывшего угольного карьера Октябрьского (приложение 4, фото 1) изучили видовое разнообразие подроста и подлеска на территории отвалов угольного карьера посёлка Октябрьского по методике кафедры Лесоводства Института леса и природопользования УГЛТУ [5].

Для этого на изучаемой территории выбрали 2 пробные площадки (приложение 1) размерами 10×10 м: ПП № 1 с координатами 54.984439 с.ш., 61.506405 в.д. на первом отвале угольного карьера «Октябрьский» (приложение 4, фото 2), рельеф участка с уклоном в 4°. ПП № 2: 58.985141784670404 с.ш., 61.509190299813135 в.д. на втором отвале угольного карьера, уклон 40° и контрольную площадку КП в лесной зоне с координатами 54.9863404 с.ш., 61.5031935 в.д., рельеф участка ровный. На изучаемых площадках провели геоботаническое исследование (приложение 4, фото 3-7). Для характеристики подроста и подлеска проводили таксационные измерения: по породам высоту деревьев с точностью до 1 см, установили среднюю высоту, установили среднюю высоту каждой породы.

Данные заносили в бланках описания лесной и травянистой растительности на ПП № 1, ПП № 2 и КП (приложение 5).

В камеральный период в сентябре 2023 года провели анализ естественного лесовозобновления на отвалах угольного карьера посёлка Октябрьского. На данных участках происходит самосев березы повислой, тополя дрожащего, которые участвуют в формировании лесного полога. Формула подроста и подлеска определяли в долях участия каждой породы в общем запасе.

По результатам геоботанического исследования на ПП № 1 (приложение 5) тип леса – березняк душисто-вейничный политриховый, выявлено: всходы не обнаружены, подрост представлен: береза повислая 5 шт., средняя высота 2м, тополь дрожащий 27 шт., средняя высота 0,4м. Всего подроста на ПП № 1

общей площадью 100 м<sup>2</sup> – 32 единиц. Густота подроста в пересчете на 1 га: береза повислая 500 единиц, тополь дрожащий 2700 единиц.

**Формула подроста: 8О2Б.** Жизнеспособность: береза повислая – сомнительная, тополя дрожащего – сомнительная. Оценка возобновления по шкале Нестерова: слабое.

Подлесок представлен: шиповник обыкновенный 1 шт., средняя высота 0,15 м, облепиха обыкновенная 1 шт, средняя высота 1,2 м; береза повислая 5 шт, средняя высота 1,3 м; тополь дрожащий 27 шт., средняя высота 0,4м.

Всего подлеска на ПП на 1 га: 340 единиц,

**Формула подлеска: 8О2Б1Ост** (где Ост – остальные породы подлеска).

На ПП № 2 (приложение 5) тип леса – березняк, выявлено: всходы не обнаружены, подрост представлен: береза повислая 6 шт., средняя высота 1,2 м. Всего подроста на ПП № 2 общей площадью 100 м<sup>2</sup> – 6 единиц. Густота подроста в пересчете на 1 га: береза повислая 600 единиц.

**Формула подроста: 10Б.** Жизнеспособность: береза повислая – сомнительная. Оценка возобновления по шкале Нестерова: слабое.

Подлесок не выявлен.

По результатам геоботанического исследования на КП (приложение 5) тип леса – березняк костянично-клеверный политриховый, выявлено: всходы отсутствуют; подрост представлен: рябина обыкновенная 44 шт., средняя высота 1,4 м, береза повислая 19 шт, средняя высота 1,3 м; черемуха обыкновенная 1 шт., средняя высота 0,3 м. Всего подроста на КП общей площадью 100 м<sup>2</sup> – 64 единицы; Густота подроста в пересчете на 1 га: береза повислая 1900 единиц, рябина обыкновенная 4400 единиц, черёмуха обыкновенная 100 единиц.

**Формула подроста: 7РЗБ** Жизнеспособность рябины обыкновенной - высокая, береза повислая высокая, черемуха обыкновенная – сомнительная. Оценка возобновления по шкале Нестерова: удовлетворительное.

Подлесок представлен: шиповник обыкновенный 62 шт., средняя высота 0,6 м. Всего подлеска на КП на 1 га: 6200 единиц.

**Формула подлеска: 5ШЗР1Б1Ост** (где Ост – остальные породы подлеска). Лесовозобновление происходит удовлетворительно.

### 2.3 Обсуждение результатов

Выявлена зависимость пористости от размера частиц породы для проб с различными фракциями: при уменьшении размеров частиц уменьшается пористость. Значения пористости изученных образцов осадочных горных пород отвалов угольного карьера «Октябрьский» находятся в диапазоне от 35,58 % до 63,42 %, характерном для высокопористых пород-коллекторов, также алевролитовых и глинистых пород, но так как изучались разрушенные осадочные породы отвалов, мы не можем судить о первоначальном состоянии самой материнской породы, из которой добывался уголь. Но все же, можно сделать вывод о том, что хорошая пористость пород объясняет быструю заполняемость карьера подземными водами.

Проницаемость осадочных горных пород отвалов карьера «Октябрьский» находится в диапазоне от 0,168 до 57,826 мД, т.е. в основном



являются слабо проницаемыми (0,001-0,01) или плохо проницаемыми (<0,001), за исключением пробы № 2А, среднепроницаемой. Проницаемость сильно зависит от размера частиц: чем больше размер, тем выше проницаемость, но такая закономерность не наблюдается в углесодержащей породе.

По результатам эксперимента для проницаемости осадочных горных пород отвалов карьера «Октябрьский» определяющим фактором является цементация, т.к. породы состоят из глинистых материалов с обильной глинистой цементацией (аргиллиты), а вода активно взаимодействует с породой (глинистые частицы разбухают в воде). Так как породы отвалов глины, мергели, они относятся к плохо проницаемым. Цементирующий компонент склеивает в осадочной горной породе частицы между собой и чем выше степень сцементированности, тем меньше проницаемость и чем больше размер частиц, тем выше проницаемость.

По результатам исследования на отвалах карьера Октябрьского почва подзолистого типа обеднённая, содержит средний или тяжёлый суглинок, что затрудняет восстановление древесной и травянистой растительности.

Обобщение материалов исследований показывает, что на исследуемых ПП происходит естественное лесовозобновление - под пологом материнского древостоя имеется небольшое количество подроста березы повислой, тополя дрожащего, образованных самосевом от естественного ближнего окружающего леса. Лесовозобновление проходит со сменой березы повислой на тополь дрожащий, возобновление затрудняет оголенность почвы, отсутствие плодородного слоя.

Таким образом, лесовозобновление идет самосевом, имеет куртинный характер, зависит от плодородия почвы. Слабожизнеспособный подрост осины и угнетенность березы повислой на ПП объясняется отсутствием плодородного слоя, т.е. возобновление леса затрудняет оголенность почвы.

### **Заключение**

В результате исследования мы пришли к следующим выводам:

1. Отвалы отработанного угольного карьера «Октябрьский» имеют в своем составе высокое содержание глинистого компонента – аргиллиты с хорошей пористостью и плохо-проницаемые, поэтому породы являются хорошими флюидоупорами для подземных вод.

2. По результатам исследования на отвалах карьера Октябрьского почва нейтральная, обеднённая, средний или тяжелый суглинок, это затрудняет восстановление древесной и травянистой растительности.

3. На изучаемых ПП на отвалах карьера «Октябрьский» естественно произрастают быстрорастущие лиственные деревья - береза, осина, жизнеспособность сомнительная. Оценка возобновления подроста по шкале Нестерова: слабое.

4. На отвалах угольного карьера «Октябрьский» происходит непрерывно естественное семенное и вегетативное возобновление леса куртинного характера, возобновление леса затрудняет оголенность почвы.

Гипотеза о том, что нарушенная почвенная структура и замена на отвальные породы приводит к низкоэффективному геоботаническому восстановлению на отвалах отработанного угольного карьера посёлка Октябрьского, подтвердилась.

Изучение по данной методике фильтрационно-емкостных свойств горных пород отвалов Челябинского угольного бассейна может помочь в решении проблемы рекультивации отработанных карьеров. Такая проблема существует в Коркинском и Копейском городских округах. На основании изучения свойств пород, составляющих материнский пласт и пород отвалов карьеров можно разработать более успешный план решения проблемы рекультивации.

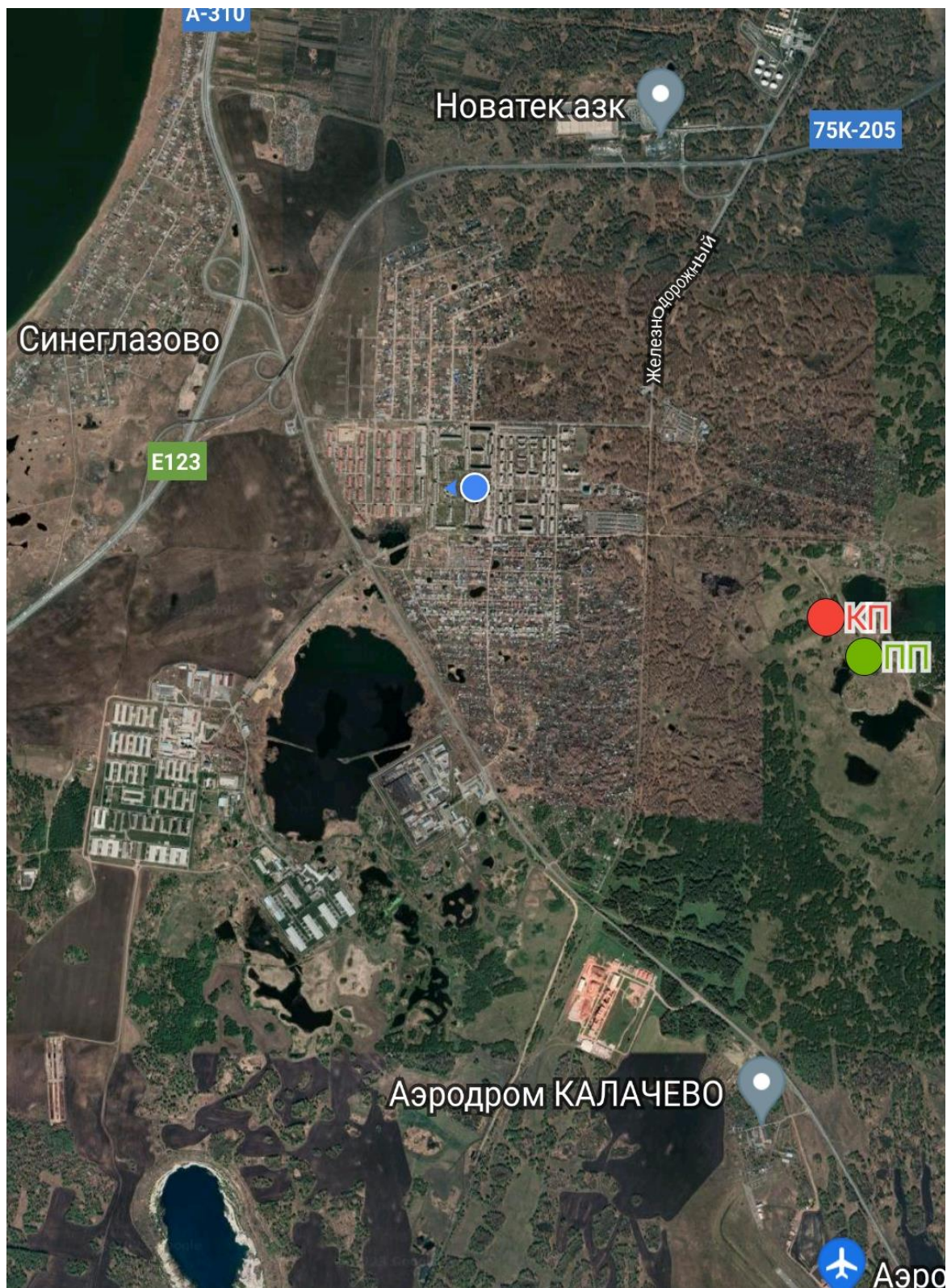
При изучении почвы на отработанном угольном карьере мы разработали рекомендации: при нейтральной и слабощелочной реакции среды (РН=7-8) хорошо растут на низкоплодородных почвах: клён, берёза, рябина, граб, лещина, лох, верга, облепиха, снежниковик, спирея, жимолость, бирючина, абрикосы чубушник. Также приспособиться к почве с нейтральной кислотностью могут травянистые растения: тысячелистник, крапива, мать-и-мачеха, вьюнок полевой, донник, лапчатка, ромашка, пастушья сумка, клевер.

Для улучшения плодородия почвы хорошо применять сидераты, которыми можно дополнительно засеять оголённые почвы, например, горох, люпин, мышиный горошек, и другие бобовые. После отрастания зелёной массы (до цветения) растения-сидераты нужно скосить и заделать в почву, а также в приствольных кругах деревьев, чтобы повысить плодородность почвы [4].

### Список литературы

1. Зуев Л.В, Котов В.Ф. Углеразведчики. Челябинск: Цицера, 2007
2. Познай свой край. Географическое краеведение. Челябинская область: справочно-учебное пособие/ М.С. Гитис, А.П. Моисеев. Челябинск: АБРИС
3. Дахнов В.Н. Геофизические методы изучения коллекторских свойств горных пород [Электронный ресурс] – URL: <http://geolib.ru/OilGasGeo/1958/08/Stat/stat10.html>
4. Как определить почву по сорнякам [Электронный ресурс] режим доступа: <https://www.dacha6.ru/kakoi-sornyak-rastet-na-kakoi-pochve/>
5. Поздеев А.П., Петров А.А. Таксация леса/ Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Лесное дело» очной и заочной форм обучения, Ижевск, 2012 [Электронный ресурс] режим доступа: [http://portal.izhgsa.ru/docs/20012014\\_5644.pdf](http://portal.izhgsa.ru/docs/20012014_5644.pdf)
6. Таксационные показатели насаждений [Электронный ресурс] режим доступа: <https://lu.belstu.by/wp-content/uchebnaya-rabota/dnevnoe/sps/landshaftnaya-taksaciya/lekcija-6-land-lesovodstvo.pdf>
7. Шахта «Октябрьская» («Калачёвская №3») [Электронный ресурс] режим доступа: <https://uralmines.ru/shahta-oktyabrskaya-kalachevskaya-3/>
8. Этапы семенного возобновления леса [Электронный ресурс] режим доступа: [https://bstudy.net/990701/agro/etapy\\_semennogo\\_vozobnovleniya\\_lesa](https://bstudy.net/990701/agro/etapy_semennogo_vozobnovleniya_lesa)

Приложение 1. Карта расположения поселка Октябрьского М 1: 30 000



## Приложение 2. Фотоотчет проведения исследования



Фото 1. Отвалы угольного карьера «Октябрьский»



Фото 2. Отбор пробы горных пород



Фото 3. Сушильный шкаф



Фото 4. Взвешивание горной породы



Фото 5. Сбор и калибровка установки



Фото 6. изучение проницаемости осадочной горной породы

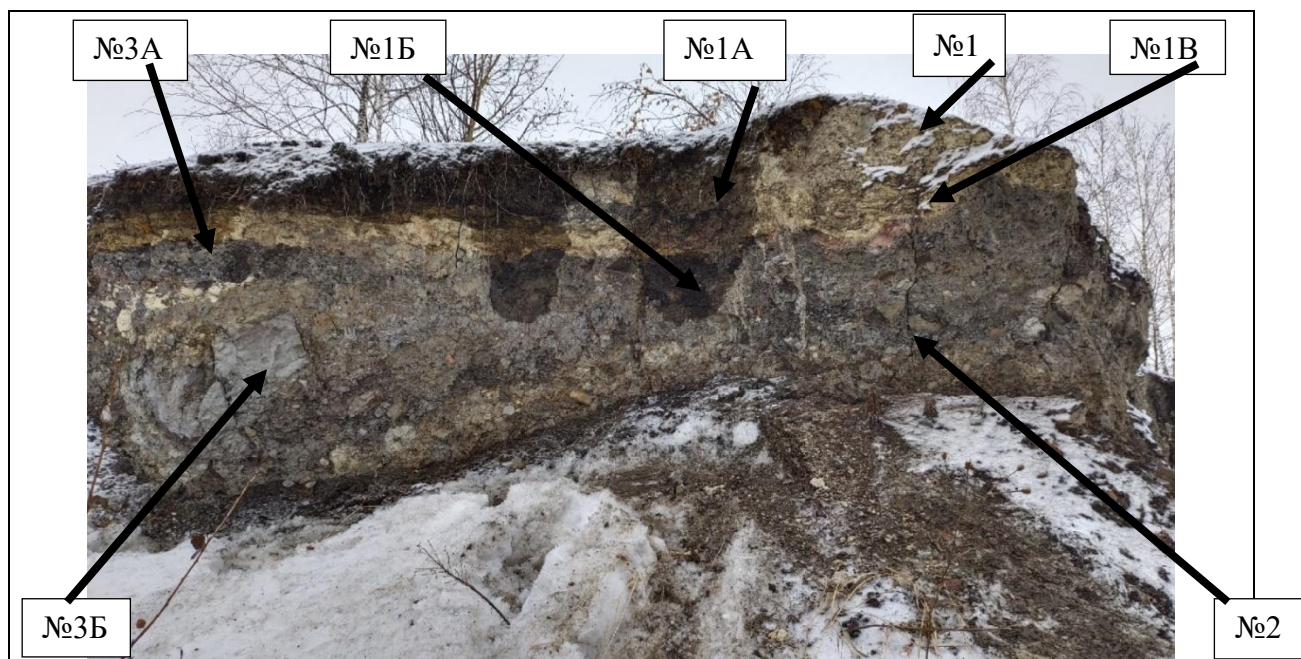


Фото. 7. Обнажение № 1 на отвалах угольного карьера «Октябрьский» с отметкой места отбора образцов осадочных пород.



Фото. 8. Обнажение № 2 на отвалах угольного карьера «Октябрьский» с отметкой места отбора образцов осадочных пород



Фото 9. Отбор пробы методом конверта



Фото 10. Проба лесной почвы на КП

### Приложение 3. Определения свойств осадочных горных пород

Таблица 1. Расчёт влажности собранных образцов.

№ обр.	Изначальная масса, г	Масса после просушки, г	Влажность, %
1	200,13	160,11	24,99
2	200,02	187,71	6,56
3	200,04	188,01	6,40
4	200,09	195,62	2,29
5	200,00	188,9	5,88
6	200,05	183,25	9,17
7	200,32	188,56	6,24

Таблица 2. Расчёт пористости осадочных горных пород.

№ обр.	m сухой породы (г)	m насыщенной породы (г)	V пустот (мл)	Пористость P (%)
1	93,22	169,64	63,42	63,42
1А	94,65	167,86	60,21	60,21
1Б	91,45	141,01	36,56	36,56
1В	88,57	141,37	39,8	39,8
2	122,87	177,46	41,59	41,59

2А	122,87	185,7	49,83	49,83
2Б	126,67	188,81	49,14	49,14
2В	105,3	153,88	35,58	35,58
3	122,03	182,63	47,60	47,60
3А	98,18	162,86	51,68	51,68
3Б	108,64	167,29	45,65	45,65
3В	103,25	161,08	44,83	44,83

Таблица 3. Расчёт проницаемости осадочных горных пород.

№ обр.	Время пролива, сек	Проницаемость К, мД
1	2280	2,917
1А	5880	1,131
1Б	19380	0,343
1В	39540	0,168
2	46080	0,144
2А	115	57,826
2Б	42840	0,155
2В	30840	0,216
3	15660	0,425
3А	26640	0,250
3Б	4200	1,583
3В	10260	0,648

Таблица 4. Свойства почвы

Пробы и место отбора	влажность	РН	Механический состав	Минералогический состав	окраска	Общее содержание солей
КП в лесном массиве	29,5	7,7	Средний суглинок	Гумусовые вещества	Тёмно-серая	280 мг/л
ПП № 1 на вершине отвала	17,1	7,5	Средний суглинок	Малое содержание гумусовых веществ	Серая	225 мг/л
ПП № 2 на склоне отвала	11,2	8,24	Тяжелый суглинок	Малое содержание гумусовых веществ	Светло-серая	248 мг/л

Приложение 4. Фотоматериалы геоботанической экспедиции



Фото 1. Карьер, заполненный водой



Фото 2. Отвалы угольного карьера



Фото 3. Разметка ПП на отвалах



Фото 5. Измерение высоты растения



Фото 4. Заполнение бланка геоботанического описания ПП № 1



Фото 6. Геоботаническое исследование на КП



Фото 7. Гербарная сетка



## Приложение 5.

Бланк описания лесной растительности на ПП № 1, ПП № 2 и КП

**Описание ПП № 1**Дата 23.08.2022№ описания 1Название ассоциации Березняк душисто-колосочный политриховыйГеографическое положение 54.984439, 61.506405Положение участка в рельефе равнинный участок холмисто-увалистого рельефа Микро- и нанорельеф: вершина отвала, субгоризонтальная поверхность (У 4°), углубление 7-10 смУсловия увлажнения: умеренное увлажнениеПрочие особенности пробной площади антропогенный рельеф**Характеристика древесного яруса – А**Размер пробной площади 10×10 мСтепень сомкнутости крон 4Формула состава древостоя 7БЗОБонитет 2 Ярусность древостоя 1Б 2О

Характеристика пород, составляющих древесный ярус

№	Название пород	Число стволов	Высота, м		Диаметр, см	
			ср.	макс.	ср.	макс.
1	Берёза повислая	11	4	5	10	16
2	Осина обыкн.	5	3	4	6	10

Учет возобновления (характеристика подроста)

Сомкнутость 4Формула подроста 8О2Б

№	Название пород	Численность (число экземпляров)	Средняя высота, см	Проективное покрытие, %/Обилие по Друде
1	Берёза повислая	5	200	3%/SP
2	Осина обыкновенная	27	40	45%/COP1

**Характеристика кустарникового яруса – В**Размер пробной площади 10×10 мСомкнутость полога 1Строение яруса: 1ОБ 2Ш

Характеристика пород, составляющих кустарниковый ярус

№	Название кустарника	Численность (число экземпляров)	Высота, м		Фенофаза	Проективное покрытие, %/Обилие по Друде
			ср.	макс.		
1	Облепиха обыкн.	1	1,20	1,20	вегетац	<1%/SOL
2	Шиповник обыкновенный	1	0,15	0,15	Плодоношение	<1%/SOL

**Характеристика травяно-кустарничкового яруса – С**Размер пробной площади 10×10

Общее проективное покрытие 20%  
 Ярусность: 1 В 2 М 3

Характеристика растений, слагающих ярус:

№	Название растений	Высота, см	Ярус	Покрытие/Обилие по Друде	Фенофаза
1	Кипрей узколистый	60	1	7%/SP	Вегетац., плодон.
2	Вейник тупочешуйный	85	1	50%/COP <sub>2</sub>	Вегетац., плодон.
3	Полынь горькая	100	1	1%/SOL	Плодон.
4	Мышиный горошек	10	2	10%/SP	Цветен., Вегетац. плодон.
5	Бодяг полевой	92	1	<1%/SOL	Увядание
6	Тысячелистник обыкновенный	100	1	1%/SOL	Цветение
7	Латук татарский	30	1	2%/SP	Цветение
8	Клевер луговой	10	2	1%/SOL	Цветение
9	Донник белый	35	1	1%/SOL	Цветение
10	Люцерна обыкн.	10	2	1%/SOL	Цветение
11	Пижма обыкн.	20	1	2%/SOL	Плодон.
12	Льнянка обыкн.	10	2	5%/SP	Цветен., плодон.
13	Полынь обыкн.	40	1	2%/SP	Плодон.
14	Душистый колосок обыкновенный	25	1	10%/SP	Колышение
15	Земляника лесная	3	2	10%/SP	Вегетац.

#### Характеристика мохово-лишайникового яруса – D

Размер пробной площади 10×10

Мощность (толщина покрова, см) 1

Общее покрытие (% занимаемой площади) 20%

Характеристика видового состава мохово-лишайникового покрова:

№	Название	Покрытие, %/Обилие по Друде	Особенности размещения
1	Политрих обыкновенный	15%/SP	Неоднородное

Характеристика мертвого покрова 40%

Площадь, занимаемая данной ассоциацией 270 м<sup>2</sup>

#### Описание ПП № 2

Дата 07.07.2023 № описания 1

Название ассоциации Березняк

Географическое положение 54.985141784670404, 61.509190299813135

Положение участка в рельефе холмистый участок Микро- и нанорельеф: субгоризонтальная поверхность (У 40°)

Условия увлажнения: умеренное увлажнение

Прочие особенности пробной площади антропогенный рельеф

**Характеристика древесного яруса – А**Размер пробной площади 10×10 мСтепень сомкнутости крон 7Формула состава древостоя 10ББонитет 2 Ярусность древостоя 1Б

Характеристика пород, составляющих древесный ярус

№	Название пород	Число стволов	Высота, м		Диаметр, см	
			ср.	макс.	ср.	макс.
1	Берёза повислая	12	14,5	15,85	5	7,17

Учет возобновления (характеристика подроста)

Сомкнутость 4Формула подроста 10Б

№	Название пород	Численность (число экземпляров)	Средняя высота, м	Проективное покрытие, %/Обилие по Друде
1	Берёза повислая	6	1,2	5%/SP

**Характеристика травяно-кустарничкового яруса – С**Размер пробной площади 10×10 мОбщее проективное покрытие 7%Ярусность: 1 2 отс 3 отс 4 М

Характеристика растений, слагающих ярус:

№	Название растений	Высота, см	Ярус	Покрытие/Обилие по Друде	Фенофаза
1	Мятлик луговой	10	3	7% SP	Вегетац.

**Описание КП**Дата 23.08.2022 № описания 2Название ассоциации Березняк костянично-грушанковыйГеографическое положение 54,9862315, 61.5031942Положение участка в рельефе равнинный участокМикро- и нанорельеф: субгоризонтальная поверхностьУсловия увлажнения: умеренное увлажнение**Характеристика древесного яруса – А**Размер пробной площади 10×10 мСтепень сомкнутости крон 8Формула состава древостоя 10ББонитет 2 Ярусность древостоя 1Б

Характеристика пород, составляющих древесный ярус

№	Название пород	Число стволов	Высота, м		Диаметр, см	
			ср.	макс.	ср.	макс.
1	Берёза повислая	13	10	15	25	38

Учет возобновления (характеристика подроста) Сомкнутость 2Формула подроста 7РЗБ

№	Название пород	Средняя высота, см	Проективное покрытие	Обилие по Дрude
1	Рябина обыкн.	140	5%	SP
2	Береза повислая	130	3%	SOL
3	Черёмуха обыкн.	30	<1%	SOL

### Характеристика кустарникового яруса – В

Размер пробной площади 10×10 м

Сомкнутость полога 5

Строение яруса: 1 Ш

Характеристика пород, составляющих кустарниковый ярус

№	Название кустарника	Численность (число экземпляров)	Высота, м		Фенофаза	Обилие по Дрude/Проективное покрытие
			ср.	макс.		
1	Шиповник обыкн.	62	0,6	0,7	Плодон.	30%, COP <sub>1</sub>

### Характеристика травяно-кустарничкового яруса – С

Размер пробной площади 10×10 м

Общее проективное покрытие 70%

Ярусность: 1     2 К 3 Г

Характеристика растений, слагающих ярус:

№	Название растений	Высота, см	Ярус	Покровие/Обилие по Дрude	Фенофаза
1	Очиток пурпурный	20	2	<1% SOL	Цветение
2	Ожика волосистая	40	1	<1% SOL	Цветение
3	Ястробинка лесная	40	1	3% SP	Цветение
4	Мышиный горошек	10	2	2% SP	Вегетация
5	Костяника обыкн.	10	2	30% COP <sub>2</sub>	Плодон.
6	Грушанка круглолист.	5	3	40% COP <sub>2</sub>	Втор. Вег.
7	Лапчатка полз.	20	2	2% SOL	Вегетация
8	Клевер средний	25	2	60% SP	Плодон.
9	Подмариник белый	20	2	10% SP	Втор.Вег
10	Костёр обыкн.	30	1	5% SP	Колош.
11	Герань лесная	20	2	3% SP	Втор.Вег
12	Лапчатна прмостоячая	25	2	<1% SOL	Втор.Вег

### Характеристика мохово-лишайникового яруса – Д

Размер пробной площади 10×10 м

Мощность (толщина покрова, см) 1

Общее покрытие (% занимаемой площади) <1% SP

Характеристика видового состава мохово-лишайникового покрова:

№	Название	Покровие, %/Обилие по Дрude	Особенности размещения	Примечание
1	Политрих обыкновенный	<1% SP	Неоднородн.	

Характеристика мертвого покрова (состав, мощность, см) 35

Площадь, занимаемая данной ассоциацией 700 м<sup>2</sup>