

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

На правах рукописи

Осипенко Регина Александровна

**Эффективность рекультивации выработанных карьеров глины
в Средне-Уральском таежном лесном районе**

Специальность: 06.03.02 – «Лесоведение, лесоводство,
лесоустройство и лесная таксация»

Диссертация
на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор
сельскохозяйственных наук, профессор
Залесов Сергей Вениаминович

Екатеринбург – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Природно-географические условия района исследований	9
1.1. Географическое положение	9
1.2. Климатические условия.....	10
1.3. Рельеф и почвы.....	13
1.4. Гидрография и гидрология.....	16
Выводы.....	17
Глава 2. Проблема рекультивации нарушенных земель	18
2.1. Понятия и классификации антропогенно нарушенных земель	18
2.2. Рекультивация антропогенно нарушенных земель	20
2.3. Сукцессии на нарушенных землях.....	28
2.4. Имеющиеся рекомендации по восстановлению различных типов антропогенно нарушенных земель	33
Выводы.....	39
Глава 3. Программа, методика исследований и объем выполненных работ ..	41
3.1. Программа работ.....	41
3.2. Методика исследований.....	41
3.3 Объем выполненных работ	45
Глава 4. Эффективность естественного зарастания выработанных карьеров по добыче глины.....	47
4.1. Характеристика объектов исследования	47
4.1.1. Месторождение Красноармейское II	47
4.1.2. Месторождение Старковское II.....	52
4.1.3. Месторождение Троицко-Байновское	56
4.2. Видовой состав и надземная фитомасса живого напочвенного покрова, формирующегося на нарушенных землях.....	59
4.3. Распределение видов живого напочвенного покрова по ценотипам в первичных сукцессиях на нарушенных землях	81
4.4. Формирование древесной растительности при естественном зарастании нарушенных земель	89
Выводы.....	99

Глава 5. Лесоводственная эффективность рекультивации выработанных карьеров по добыче глины	102
5.1. Характеристика рекультивированных карьеров.....	102
5.1.1. Месторождение Красноармейское I.....	102
5.1.2. Месторождение Старковское I.....	108
5.1.3. Месторождение Старковское II.....	115
5.1.4. Месторождение Нижне-Рефтинское.....	116
5.1.5. Месторождение Троицко-Байновское	123
5.1.6. Месторождение Курьинское	126
5.2. Анализ формирования искусственных насаждений на рекультивированных карьерах по добыче глины.....	130
5.2.1. Ход роста искусственных древостоев на нарушенных землях	130
5.2.2. Формирование живого почвенного покрова на участках искусственного лесовосстановления	138
5.3. Пути повышения эффективности рекультивации выработанных карьеров по добыче глины	148
Выводы.....	150
Заключение	152
Рекомендации производству	156
Список литературы	158
Приложения	182

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В Российской Федерации Уральский федеральный округ является одним из лидеров по добыче полезных ископаемых для тяжелой промышленности и строительства. Зачастую разработка месторождений осуществляется на землях лесного фонда, что ведет к ряду проблем, связанных с утратой экологических функций, выполняемых лесами. В следствии разработки месторождений образуются большие площади антропогенно нарушенных земель, которые долгое время не могут быть использованы в хозяйственных целях, что вызывает необходимость проведения рекультивационных работ для восстановления экологических и хозяйственных функций данных земель. Однако рекультивация является довольно дорогостоящей и трудозатратной процедурой и поэтому проводится не на всех типах нарушенных земель, в большинстве случаев карьеры и отвалы оставляют для самозарастания (формирования сукцессий).

В научной литературе недостаточно раскрыт вопрос о необходимости рекультивации различных типов нарушенных земель и подбору видового состава древесно-кустарниковой и травянистой растительности для содействия восстановлению антропогенно-нарушенных земель при реализации рекультивации. Указанное предопределило направление и актуальность наших исследований.

Степень научной разработанности проблемы. В научной литературе имеет место значительное количество работ по рекультивации нарушенных земель как в нашей стране, так и за её пределами. Однако, большое разнообразие типов нарушенных земель, лесорастительных условий, климатических особенностей, экономических возможностей и т.п. обуславливают тот факт, что многие вопросы формирования первичных сукцессий при естественном

зарастании и рекультивации нарушенных земель остаются нерешенными. Последнее относится и к зарастанию выработанных карьеров добычи глины на Урале. Указанное обусловило проведение работ по изучению формирования травянистой и древесно-кустарниковой растительности, а также эффективности искусственного лесоразведения на территории выработанных карьеров добычи глины в условиях Средне-Уральского таежного лесного района.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель работы – оценка эффективности рекультивации и естественного самозарастания карьеров по добыче кирпичных и огнеупорных глин в пределах Средне-Уральского таежного лесного района и разработка на этой основе предложений по повышению эффективности рекультивационных работ.

Задачи исследования:

- изучить видовое разнообразие и надземную фитомассу ЖНП на участках естественного зарастания и после создания лесных культур на выработанных карьерах глины;

- изучить ход роста искусственных сосновых древостоев, созданных в процессе рекультивации выработанных карьеров глины;

- на основе сравнительного анализа эффективности естественного зарастания и создания лесных культур разработать предложения по совершенствованию рекультивационных работ на выработанных карьерах глины в Средне-Уральском таежном лесном районе.

Научная новизна. Впервые выполнено комплексное исследование расширяющее современные знания о формировании сукцессий при естественном зарастании и создании лесных культур в выработанных карьерах кирпичной и огнеупорной глины; установлено видовое разнообразие и надземная фитомасса живого почвенного покрова (ЖНП) при самозарастании и проведении рекультивационных работ на выработанных карьерах; выделены наиболее

устойчивые виды ЖНП, которые могут быть применены при реализации биологического этапа рекультивации; установлен состав подроста и древостоев, формирующихся при самозарастании карьеров; составлен эскиз таблиц хода роста искусственных сосновых древостоев, произрастающих на рекультивированных карьерах добычи глины.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость полученных материалов заключается в расширении современных знаний о формировании первичных сукцессий на нарушенных землях и установлении возможностей ускорения процессов самозарастания выработанных карьеров кирпичной и огнеупорной глин. Для производства разработаны рекомендации по подбору видов ЖНП (из числа пионерных видов) для использования при биологическом этапе рекультивации выработанных карьеров глины. Результаты исследований создают научную основу для проведения работ по восстановлению антропогенно нарушенных земель и выбору направления рекультивации в Средне-Уральском таежном лесном районе.

Данные о накоплении подроста и формировании древостоев при самозарастании выработанных карьеров могут быть использованы при планировании и проведении лесоводственных мероприятий, а составленные эскизы таблиц хода роста при проведении лесоустроительных работ.

Реализация предложений по совершенствованию рекультивационных работ на выработанных карьерах добычи глины позволит ускорить перевод их в покрытые лесной растительностью земли, улучшит экологическую обстановку и расширит возможности рекреационного использования.

Результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» в рамках дисциплин «Экология» и «Ботаника» (имеется справка о внедрении).

Заложенные в ходе исследований постоянные пробные площади переданы в банк научно-производственных объектов для осуществления экологического мониторинга и продолжения исследований.

Методология и методы исследований. При выполнении работ использовались типовые апробированные методики, применяемые при проведении геоботанических, лесоводственных и лесотаксационных исследований.

На защиту выносятся следующие положения:

- пионерные виды при естественном зарастании выработанных карьеров по добыче кирпичной и огнеупорной глин;
- видовой состав и надземная фитомасса живого напочвенного покрова на рекультивированных карьерах;
- эскиз региональной таблицы хода роста искусственных сосновых древостоев, произрастающих на рекультивированных выработанных карьерах добычи глины;
- предложения по совершенствованию рекультивационных работ на выработанных карьерах по добыче кирпичных и огнеупорных глин.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов базируется на комплексном подходе к проведению исследований, значительном объеме экспериментального материала, собранного и обработанного в соответствии с широкоизвестными апробированными методиками и использованием прикладных программ при обработке и интерпретации полученных результатов.

Основные положения диссертации докладывались на X международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» (Москва, 2018); X международной студенческой научной конференции «Современные проблемы науки и образования» (Екатеринбург, 2018); XII международной научно-технической конференции «Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и

экологические проблемы лесного сектора экономики» (Екатеринбург, 2019); XV Всероссийской научно-технической конференции «Научное творчество молодежи лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2019); Международной научно-практической конференции «Лес-2020» (Брянск, 2020).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 18 печатных работах, в том числе 6 статей в журналах из списка рекомендованных ВАК РФ, одном учебном пособии и одной базе данных.

Структура и объем диссертации. Диссертационная состоит из введения, 5 глав, заключения и 4 приложений. Список использованной литературы включает 207 наименований, в том числе 19 на иностранных языках. Текст изложен на 194 страницах и проиллюстрирован 40 таблицами и 51 рисунком.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Географическое положение

В соответствии с приказом Минприроды России от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (с изменениями на 19 февраля 2019 года), район исследований относится к Средне-Уральскому таежному району. Однако, в связи со значительной разнородностью природно-климатических условий в пределах данного лесного района целесообразнее характеризовать расположение района исследований по районированию, составленному учеными Уральского государственного лесотехнического университета (рис. 1.1.) (Годовалов и др., 2011, 2016).



Рисунок 1.1. – Схема районирования лесов Свердловской области (Годовалов и др., 2011)

В соответствии с данным районированием объекты исследования находятся в Западно-Сибирском равнинном подрайоне Средне-Уральского таежного района. Данный подрайон соответствует округу сосново-березовых предлесостепных лесов и южной части среднетаежного и южнотаежного округов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова с соавторами (1973).

1.2. Климатические условия

Климат района исследований характеризуется как континентальный (Справочник..., 1968; Агроклиматические ресурсы..., 1978; Краткая агроклиматическая характеристика..., 1993). На его формирование определяющее влияние оказывают воздушные массы, перемещающиеся с западного, северного и южного направлений. Особенно большое значение имеют влажные и прохладные атлантические воздушные массы, которые приносят основную долю осадков в регион. Также немаловажную климатообразующую роль для Свердловской области играют Уральские горы, которые в некоторой степени препятствуют движению влажных и холодных атлантических циклонов и антициклонов с западного направления, но при этом совершенно не мешают движению воздушных масс в северном и южном направлении. В связи с тем, что западные циклоны и антициклоны встречают препятствие в виде Уральских гор, на западном их склоне выпадает больше осадков, чем на восточном и в Зауралье. Кроме того, восточный склон характеризуется более низкой среднегодовой температурой и более высокой влажностью воздуха. Свободное перемещение воздушных масс в меридиональном направлении приводит к довольно переменной погоде в теплое время года, поздневесеннему возврату холодов, ранним осенним заморозкам (Чикишев, 1966; Зубарева, 1970).

Средняя скорость ветра по месяцам колеблется от 2,3 м/с (июль) до 3,2 м/с (апрель, октябрь, декабрь). Средняя годовая скорость ветра составляет 2,9 м/с. Преобладающими являются ветры западного (23%), северо-западного

(17%) и южного направления (12%). Распределение повторяемости направлений ветра по месяцам и за год по данным метеостанции, расположенной в г. Екатеринбург приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Повторяемость направлений ветра, %

Месяц	Направление ветра								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	6	2	5	14	16	13	25	13	6
Февраль	7	4	7	10	13	11	27	15	6
Март	7	3	6	12	15	11	26	15	5
Апрель	9	5	8	9	10	11	25	16	6
Май	13	7	7	8	11	10	19	18	7
Июнь	13	7	9	10	10	8	18	18	7
Июль	16	8	10	9	8	7	14	17	11
Август	15	5	7	8	10	9	17	19	9
Сентябрь	11	4	6	10	11	10	21	19	7
Октябрь	9	2	4	8	13	13	29	19	4
Ноябрь	7	2	6	11	12	14	27	16	5
Декабрь	5	2	4	11	12	13	31	16	5
Итого за год	9	4	7	10	12	11	23	17	7

Средняя годовая температура в районе исследований составляет $+3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температур зафиксирован в январе 1915 года ($-44,6\text{ }^{\circ}\text{C}$); абсолютный максимум зафиксирован в июле 2020 года ($+39,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Продолжительность периода с температурой воздуха $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более составляет 191 день; с температурой $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более – 118 дней. Этого вполне достаточно для местной растительности (Полевой, 1989). Распределение средней, абсолютной максимальной и абсолютной минимальной температур по месяцам приведено на рисунке 1.2.

Среднее годовое количество осадков в районе исследований составляет около 540 мм в год. Распределение осадков по месяцам приведено на рисунке

1.3. Абсолютный минимум годовых осадков зафиксирован Екатеринбургской метеостанцией в 1857 году (176 мм), а абсолютный максимум – в 1937 году (777 мм). Около 37% осадков выпадает в летний период. Среднее количество дней в году с жидкими осадками составляет 116, с твердыми – 115, со смешанными – 29. Количество ясных дней в районе исследований составляет 21, облачных – 186, пасмурных – 158. Влажность воздуха в период с мая по декабрь постепенно увеличивается в среднем от 58 до 79 %, а затем также плавно понижается. Средняя годовая влажность воздуха составляет 71%.

Снежный покров в районе исследований обычно неустойчив до второй половины октября – начала ноября. Среднее количество дней со снежным покровом составляет 162. Высота снежного покрова на лесных прогалинах достигает максимума в феврале (в среднем 41 см). Сходит снежный покров в конце апреля – начале мая. Таяние снега происходит довольно быстро – около 12 дней (Кувшинова, 1968).

По данным Приказа Рослесхоза от 15.03.2018 №173 «О внесении изменений в Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов, утвержденные приказом Рослесхоза от 10.11.2011 № 472» в Свердловской области продолжительность вегетационного периода составляет 5,5 месяцев (с 15 мая по 01 ноября), по данным Лесного плана Свердловской области на 2019–2028 годы продолжительность составляет 130 суток (Лесной план..., 2019), по данным Д.Н. Нуриева (2019) большой вегетационный период в среднем длится 162 дня (с 23 апреля до 3 октября), а малый – 119 дней (с 15 мая по 12 сентября).

Активный рост травяной растительности в летний период создает задержание почвы, особенно на лесосеках, что является причиной их слабого возобновления, а иногда и отсутствия облесения вовсе.

Энергичный переход от зимнего состояния в начале вегетации (май), который в температурном отношении является нестойким (так называемый майский «возврат холодов») неблагоприятно сказывается на произрастании всходов и подраста, повреждая молодую хвою и листву.

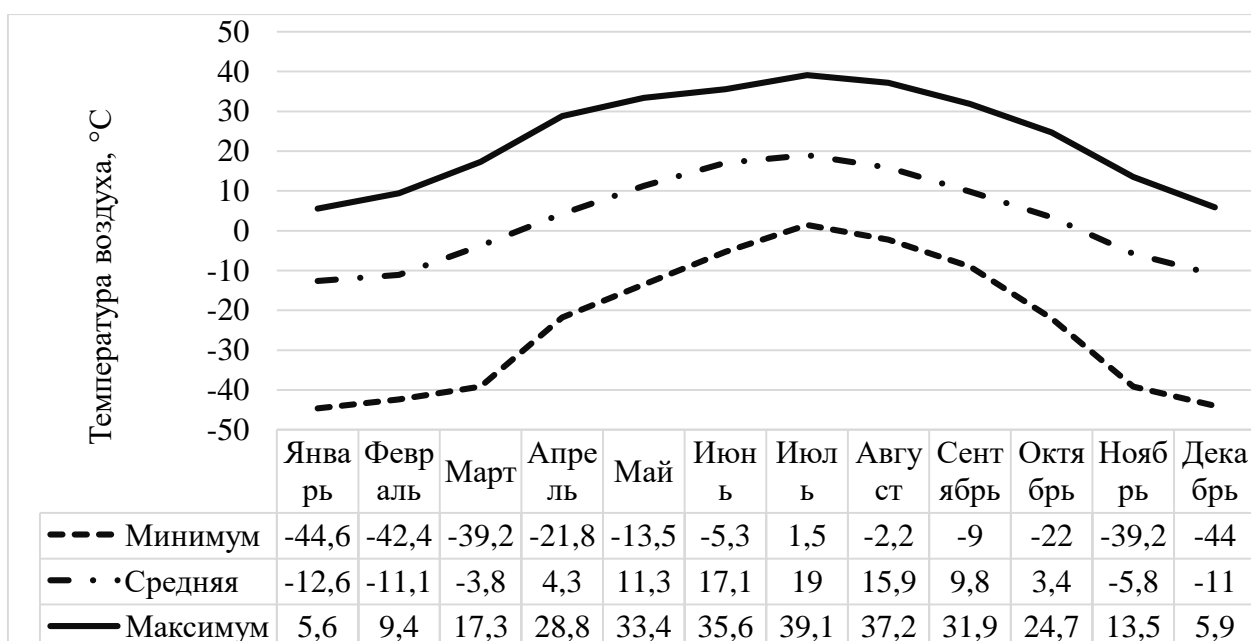


Рисунок 1.2. – Температура воздуха по месяцам

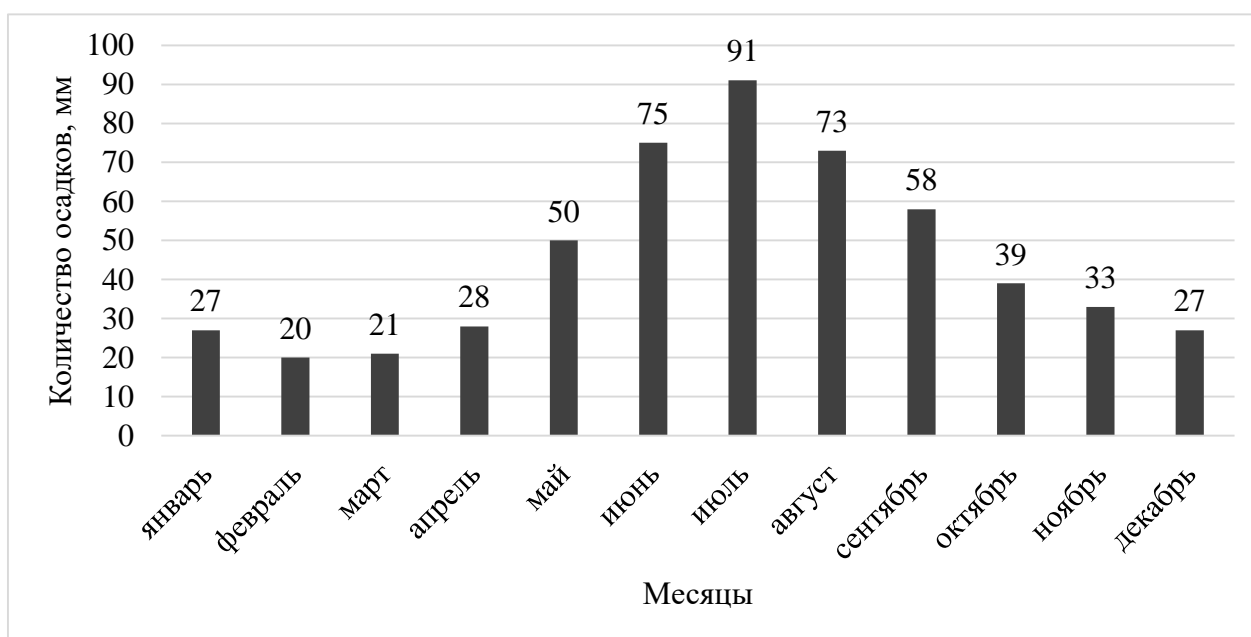


Рисунок 1.3. – Распределение осадков по месяцам

1.3. Рельеф и почвы

Юго-восточная часть Свердловской области находится в переходной зоне от Среднего Урала к Западно-Сибирской равнине. Район исследования представляет собой слабо расчлененную равнину с уклоном на восток. Мезорельеф представлен такими формами как холмы, гривы, ложбины, котловины.

Понижения рельефа в районе исследований зачастую заняты моховыми и осоковыми болотами (Борисевич, 1968).

В соответствии с физико-географическим районированием В.Г. Капустина (Гурьевских и др., 2016) район исследований относится к следующим геокомплексам: тектогенный геокомплекс – край Туринской равнины; зональный геокомплекс – подзона осиново-березовых лесов; ландшафтный геокомплекс - Пышминский равнинный район с ландшафтами осиново-березовых лесов и лесостепей пологоувалистых полигенетических равнин и ландшафтами сосновых боров на песчаных отложениях. Если говорить о классификационных единицах более низкого ранга, то район исследований относится к Туринско-Миасской провинции Зауральской наклонной равнины, лесостепной подпровинции осиново-березовых лесов, Пышминскому макрорайону.

Район исследования расположен во внеледниковой части Западно-Сибирской низменности. Четвертичные отложения представлены здесь аллювиальными, озерно-аллювиальными и делювиальными отложениями. На междуречных равнинах Западно-Сибирской низменности широко распространены карбонатные бурые суглинки и глины, в различной степени выщелоченные от карбонатов, а в приречных зонах почвы часто формируются на элювии и делювии третичных отложений - на опоках и опокавидных глинах и суглинках, трепелах, песчаниках и т.д. (Фирсова, 1969). Ф.Г. Гафуров (2008) анализируя почвы Свердловской области относит почвы района исследований к Западно-Сибирской предлесостепной почвенной провинции. Поскольку данная территория в послепалеогенный период представляла собой мелководье древнего морского бассейна формирование рельефа, происходящего за счет накопления и размыва рыхлых осадков. Четвертичные отложения в районе исследований представлены аллювиальными, озерно-аллювиальными и деллювиальными отложениями. При этом по берегам речных долин почвообразование протекало на эллювий-деллювий в третичных отложениях.

На территории Западно-Сибирской предлесостепной почвенной провинции господствуют гидроморфные почвы. Однако, по причине хороших

дренажных условий широкое распространение получили также автоморфные почвы. В частности, в составе почвенного покрова доминируют автоморфные серые лесные почвы, составляющие основной фон почвенного покрова. Другими словами, почвенный покров характеризуется господством дифференцированно-увлажненных как автономно-гидроморфных, так и подчиненно-гидроморфных сочетаний.

Доля болотных почв в общем почвенном покрове не превышает 10%. При этом наибольшее распространение имеют болотные низинные торфяные и торфяно-глеевые почвы.

В целом можно отметить, что структура почвенного покрова на основной части района исследований характеризуется сложностью и умеренностью контрастности, широким распространением вариаций и мозаичности.

На территории Средне-Уральского таежного района встречаются следующие виды почв: дерново-подзолистые преимущественно, подзолистые, серые лесные, торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевые, буро-таежные, пойменные заболоченные, торфяные болотные верховые (Национальный атлас почв..., 2020).

Согласно почвенно-экологическому районированию России, изучаемый район включает следующие почвенные провинции: Среднеуральскую горную подзолистых и дерново-подзолистых почв, буротаёжных и горных лесолуговых почв, часть Западно-Сибирских среднетаёжных глеезёмов таёжных дифференцированных, подзолистых глубокоглееватых и глеевых, болотно-подзолистых и торфяных болотных почв, Западно-Сибирскую южнотаёжную дерново-неглубоко- и глубокоподзолистых почв, дерново-подзолистых и дерново-подзолисто-глеевых почв со вторым гумусовым горизонтом, торфяных болотных и дерново-глеевых почв, Среднеуральскую горную подзолистых и дерново-подзолистых, буротаёжных и горных лесолуговых почв, Западно-Сибирскую лиственно-лесную серых лесных, серых лесных осолоделых, лугово-чернозёмных и луговых осолоделых и солонцеватых и лугово-болотных почв (Национальный атлас почв..., 2020).

1.4. Гидрография и гидрология

В районе исследования протекают такие реки, как Пышма и Тура, которые в свою очередь имеют многочисленные притоки. Реки имеют преимущественно снеговое питание с участием дождевого и грунтового. Общим в режиме рек является: весеннее половодье, связанное с таянием снега, когда уровень воды на крупных реках повышается на несколько метров; пониженный летний уровень воды с временными паводками в периоды интенсивных ливневых дождей; низкий уровень воды зимой из-за сокращения питания рек; ледостав, когда реки покрываются льдом на 5-6 месяцев, с конца октября – первой половины ноября до середины – конца апреля (Капустин, Корнев, 2004).

Река Тура – протекает по большей части на территории Свердловской области, является левым притоком реки Тобол. Длина реки 1030 км, площадь бассейна 80,4 тыс. км². Бассейн Туры имеет длину 505 км и ширину до 285 км. Глубина реки от 0,7 до 3,5 м. Скорость течения 1,5 - 2,5 м/с. Характер течения - в верховьях — предгорный, в среднем и нижнем течении — равнинный. Притоками Туры являются реки – Салда, Пышма, Ница, Тагил (Фролова, Сурков, 2020).

Река Пышма – равнинная река на всём протяжении. В русле реки много каменистых перекатов, скальных шивер и порогов с быстрым течением, чередующихся со спокойными плёсами. Течение спокойное, скорость 0,1–0,5 м/с; в половодье она возрастает до 0,8 м/с. Русловые отложения в верхнем и среднем течении реки – галька, песок, в низовье – песок и ил. Летом мелководья заняты водной растительностью. Абсолютные отметки глубины изменяются в пределах от 197,6 до 232,6 см. Левый приток Пышмы – река Рефт, впадает на 461 км (Сурков, Чалов, 2020), образовано в результате слияния рек Большой Рефт и Малый Рефт. В реку впадает озеро Черное, Травяное, Белое.

Другие реки в районе исследований также имеют узкие глубокие долины, берега зачастую скалисты, с выходом горных пород на поверхность.

Преобладающим типом водного режима является промывной (Урусевская и др., 2020).

Выводы

1. Климат района исследований континентальный, на который оказывают влияние влажные и прохладные атлантические воздушные массы.

2. Средняя годовая температура в районе исследований составляет +3,0 °С. Среднее годовое количество около 540 мм в год. Продолжительность вегетационного периода 5,5 месяцев.

3. Район исследования находится в переходной зоне от Среднего Урала к Западно-Сибирской равнине. Почвенный покров представлен преимущественно дерново-подзолистыми почвами.

4. Наиболее крупными реками в районе исследования являются Тура и Пышма, которые имеют снеговое питание с участием дождевого и грунтового. В описываемом районе встречается большое количество пресных озер и болот.

5. Климатические и почвенные условия района исследований вполне благоприятны для выращивания высокопроизводительных сосновых и березовых насаждений.

ГЛАВА 2. ПРОБЛЕМА РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

2.1. Понятия и классификации антропогенно нарушенных земель

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 10.07.2018 № 800, нарушенные земли – это земли, деградация которых привела к невозможности их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием. Данное определение является общеупотребимым и применяется в научной литературе (Исламова, Ключева, 2019; Муравьева и др., 2019). В ГОСТ 17.5.1.83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения» нарушенными землями называются земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную хозяйственную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Данное определение также используется современными учеными (Романов и др., 2007; Половников, 2016; Кузнецова и др., 2020). По нашему мнению, данные определения довольно близки по смыслу и достаточно хорошо раскрывают смысл понятия «антропогенно нарушенные земли». Различные модификации данных определений с незначительными изменениями приводятся в работах российских ученых (Янбухтин, 2010; Бакарова, Афолина 2013; Никифоров, Мирнова, 2013; Каюков, 2019).

Нарушенные земли образуются, в следствии антропогенной деятельности: строительство; добыча полезных ископаемых; военно-промышленная деятельность; складирование хозяйственно-бытовых, строительных и промышленных отходов и т.д. В результате деятельности человека происходит полное или частичное уничтожение плодородного почвенного слоя и растительного покрова, изменение гидрологического режима и формирование техногенных ландшафтов (Решетов, Рябчикова 2010; Голованов и др., 2015; Половников, 2016).

Нарушенные земли разделяют на 2 группы по типу формирования нарушений – в первом случае, это с нанесением грунта или других материалов на

поверхность почвы, а во втором – это с выемкой грунта или нарушением целостности почвы (Половников, 2016; Кузнецов, Чекаев 2016).

Согласно Б.П. Колесникову и Г.М. Пикаловой (1974), характерной особенностью техногенных ландшафтов является то, что они созданы не мускульной силой человека и не под влиянием жизнедеятельности домашних животных, а с помощью разнообразных средств мощной техники, сложных механизмов, управляемых человеком.

А.К. Махнев и Н.Е. Махнева (2012) указывают, что «нарушенные земли и деградированная растительность в зависимости от степени и характера негативного антропогенного воздействия рассматриваются в качестве своеобразных типов антропогенных модификаций естественных производных геокмплексов, которые могут быть представлены различными по генезису техногенными вариантами, различающимися по степени измененности». Антропогенные модификации могут сопровождаться изменением и разрушением почв и, как следствие, трансформацией или потерей выполняемых ими биосферных и биогеоценологических функций (Лукина, 2008).

В ГОСТ 17.5.1.02-85-2002 имеется классификация нарушенных земель, которая включает в себя следующие категории: по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве; по техногенному рельефу для рекультивации; по характеру обводнения (увлажнения).

В работе А.П. Егорова и В.В. Козина (2006) «Способы модернизации базовых классификаций антропогенных ландшафтов» представлены результаты изучения авторских классификаций антропогенных ландшафтов, которые обобщены в 6 групп: общие классификации антропогенных территориальных комплексов; классификации по отдельным характеристикам структуры и функционирования антропогенных ландшафтов; региональные и субрегиональные классификации антропогенных территориальных комплексов; отраслевые классификации антропогенных территориальных комплексов; регио-

нально-отраслевые классификации антропогенных территориальных комплексов; классификация отдельных структурных компонентов антропогенных территориальных комплексов. В данной работе авторы обобщили классификации антропогенных ландшафтов, составленных отечественными учеными. Наибольшее внимание уделено трудам Ф.Н. Милькова, который внес значительный вклад в изучение данного вопроса (Мильков, 1973, 1977, 1981).

Классификацию нарушенных земель, состоящую из 10 пунктов в своей работе, приводят А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин (2015). Данная классификация отражает взаимосвязь типа антропогенного воздействия и возникающих нарушений земель или объектов рекультивации, что довольно удобно при их описании в полевых условиях.

При изучении нарушенных нефтегазодобычей лесных земель А.Е. Морозов с соавторами (Морозов, 1999; Морозов и др., 2001) выделили 3 группы типов нарушенных земель (площадные, линейные, точечные), объединяющие 16 типов нарушений. Данная классификация применима не только для характеристики земель при нефтегазодобыче, но и при других видах нарушения земель.

По мнению Ю.В. Зарипова с соавторами (2020) антропогенно нарушенные земли различаются по видам, площади, химическому составу отходов, что требует индивидуального подхода к их восстановлению.

2.2. Рекультивация антропогенно нарушенных земель

В соответствии с правилами проведения рекультивации и консервации земель (Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800), рекультивация земель – это мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений.

В соответствии с ГОСТ 17.5.01.83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения», рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

Рекультивация в более широком смысле рассматривается как оптимизация ландшафтов для дальнейшего хозяйственного использования. Учитывая то, что рекультивация оказывает существенное влияние на динамику компонентов, большое значение приобретает прогнозирование протекающих процессов и конечных модификаций исходных ландшафтов (Аткина, Залесов, 2003).

Одной из основных целей рекультивации является восстановление нарушенных земель и возвращение их в использование, при этом предполагается комплекс горнотехнических, биологических, инженерных, мелиоративных и экологических мероприятий, направленных на создание оптимальных ландшафтов, с высокой продуктивностью (Колесников, Моторина, 1978; Иванова, Шипилова, 2018).

В работе В. Д. Оленкова (1988) говорится о том, что рекультивация нарушенных территорий позволяет решить несколько очень важных задач:

«- нейтрализовать вредное воздействие нарушенной территории на окружающую среду и на здоровье человека;

- рационально использовать восстановленную территорию для нужд городского, сельского и лесного хозяйства;

- улучшить микроклимат на восстановленной территории по сравнению с зональными характеристиками путем формирования техногенного рельефа с заданными геометрическими параметрами» (Оленков, 1988).

Рекультивация нарушенных земель проводится в 2 этапа: технический и биологический (ГОСТ 17.5.1.01-83; Панков и др., 1991; Гаджиев и др., 1992; Родин, Родин, 2007; Иванова, 2020). Для технического этапа рекультивации

нарушенных земель характерна подготовка земель для последующего целевого использования территории (Половников, 2016; Пинаев, Касимов, 2017; Иванова, Шипилова, 2018). Биологический этап рекультивации заключается в восстановлении почвенного покрова, плодородия и биологической продуктивности, а также хозяйственной ценности земель (Чибрик, 2010; Кузнецов, Чекаев, 2016; Пономаренко, Коломина, 2018; Простов и др., 2020; Зарипов и др., 2020). Т.С. Чибрик (2002) и Е.М. Романов с соавторами (Романов и др., 2007) дополняют имеющиеся этапы рекультивации еще одним – подготовительным. Данный этап применяется к территориям, которые были нарушены открытыми горными работами и заключается в обследовании и типизации нарушенных территорий, изучении специфики условий, определении направления рекультивации. В монографии Е.А. Ворончихиной (2010) был отдельно выделен мелиоративный этап, целью которого является содействие естественной стабилизации рекультивируемого почвенно-грунтового слоя. Виды работ, которые проводятся при техническом и при биологическом этапе рекультивации приведены в ГОСТ 17.5.3.04-83. Результатом успешной биологической рекультивации являются устойчивые, продуктивные и экономически ценные экосистемы (Zolotova, Ryabinin, 2019)

При планировании работ по рекультивации нарушенных земель должно быть четкое понимание дальнейшего использования рекультивированных земель, а также их функционирования (Назаренко и др, 2012). В связи с этим учеными были выделены следующие основные направления рекультивации:

- Сельскохозяйственное – создание на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий (пашен, сенокосов, пастбищ и др.). К качеству этих земель предъявляют повышенные требования – они должны быть достаточно обеспечены питательными веществами и не должны содержать токсичных элементов.

- Лесохозяйственное – создание лесных насаждений различного типа. Древесно-кустарниковые породы подбираются с учетом классификации гор-

ных пород, характера гидрологического режима, а также экологических факторов.

- Водохозяйственное – создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения. При данном направлении рекультивации должны быть соблюдены требования, такие как: строительство гидротехнических сооружений, поддержание расчетных уровней воды, проведение мероприятий по предотвращению оползней и размыва берегов, а также экранирование токсичных пород безопасными.

- Рыбохозяйственное – создание в понижениях техногенного рельефа рыбоводческих водоемов.

- Рекреационное – создание на нарушенных землях объектов отдыха, распределение территории на разные функциональные зоны, а также вертикальная планировка территории с минимальным объемом земляных работ и сохранением существующих форм рельефа.

- Природоохранное – сохранение земель в исходном состоянии, ликвидируя только очаги негативного воздействия на окружающую среду. Применяется в слабоосвоенных, труднодоступных местах.

-Санитарно-гигиеническое – предусматривает биологическую или техническую консервацию нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически неэффективна.

- Строительное – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства (Чибрик, 2002; Половников, 2016; Кузнецов, Чекаев 2016).

При выборе направления рекультивации необходимо учитывать ряд факторов, которые в дальнейшем будут влиять на последующее хозяйственное использование нарушенных земель: природно-климатические (гидрогеология, рельеф местности, характер почвенно-растительного слоя, состав и свойства пород, вынесенных на поверхность); социальные (инфраструктура района,

перспективы и направления развития района, потребность в рекультивируемом участке); горно-технологические (уровень и состояние технологии и механизации горных работ, наличие транспортных коммуникаций); экономические (затраты на восстановление земель, эффективность капиталовложений) (Косолапов и др., 2004; Капелькина, 2011; Осипенко и др., 2019; 2020; Морозов и др., 2021 а,б,в).

По мнению ряда исследователей, лесохозяйственное направление рекультивации является одним из самых удобных, доступных и дешевых видов (Баталов и др., 1988; Кандрашин и др., 1992; Романов и др., 2007; Михайлова, 2008; Ворончихина, 2010; Macdonald et al., 2015; Кузнецов, Чекаев, 2016; Половников, 2016). В учебном пособии «Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия и определения» (Луганский и др., 2010а) предложена трактовка термина лесная рекультивация: восстановление ландшафта, мезо- и микрорельефа, структуры и плодородия почв, гидрологического режима участка, а также воспроизводство естественным, искусственным или комбинированным методами лесных и травянистых фитоценозов посредством проведения комплекса инженерных (технических), агротехнических и лесоводственно-биологических мероприятий.

Лесная рекультивация занимает одну из ведущих ролей в большинстве европейских стран, таких как Германия, США, Канада, Чехия (Галанина и др., 2011; Назыина, 2013). Стоит отметить, что преобладание лесохозяйственного направления рекультивации обусловлено еще и тем, что лес выполняет важнейшие экологические функции, в том числе и участвует в выработке кислорода и депонировании углекислого газа (Fowler et al., 2002; Луганский и др., 2010б). Лесные насаждения, создаваемые в ходе рекультивационных работ, защищают ландшафт от катастрофического развития водной и ветровой эрозии, способствуют улучшению гидрологического режима, снижают интенсивность загрязнения окружающей территории (Баранник, 1981; Кандрашин и др., 1992). В работе «Лесная рекультивация промышленных отвалов в Башкирии» (Баталов и др., 1988) ученые указывают, что лесохозяйственная рекультивация

является наиболее перспективной, так как позволяет восстанавливать растительный покров на нарушенных землях без широкого проведения дорогостоящих мероприятий по горнотехнической рекультивации, за исключением лишь небольших площадей отвалов, для успешного облесения которых требуется предварительная мелиорация.

Лесная рекультивация может быть подразделена на лесохозяйственную (создают леса эксплуатационного, а при необходимости и защитного, водорегулирующего и рекреационного назначения) и озеленительную. Объектами лесохозяйственной рекультивации являются земли, нарушенные открытыми разработками месторождений полезных ископаемых (Зарипов и др., 2020а; Осипенко и др., 2020а, б, 2021). Лесохозяйственная рекультивация включает создание на нарушенных землях лесов для различных видов использования (Родин, Родин 2007; Романов и др., 2007), а также заключается в разработке технологии выращивания лесных культур мелиоративного, противозерозионного, полезащитного, ландшафтно-озеленительного, санитарно-гигиенического, рекреационного и других назначений на специфических субстратах промышленных отвалов (Михайлова, 2008). Лесохозяйственная рекультивация технологически проста, так как не требует нанесения плодородного слоя почвы, нормативные требования сводятся к созданию биологически продуктивных участков земной поверхности с необходимыми условиями для роста и развития растений (Сунгурова и др., 2014). При проведении лесохозяйственной рекультивации особое внимание уделяют формированию пологоволнистого рельефа, что обеспечивает безопасное применение почвообрабатывающих, лесопосадочных машин и машин по уходу за посадками, а также препятствует возможному развитию эрозионных процессов (Капелькина, 1997; Пинаев, Касимов, 2017).

В ходе проведения лесной рекультивации на антропогенно нарушенных землях создаются лесонасаждения различного типа и назначения, увеличивается площадь лесного фонда, происходит оздоровление среды, улучшаются

санитарно-гигиенические условия жизни человека (Зайцев и др., 1977; Махнев, Внуков, 1996).

Есть мнение, что древесная растительность является лучшим вариантом для рекультивации, так как деревья имеют более глубокую и развитую корневую систему, чем у травянистых видов. Деревья производят сравнительно большую биомассу, которая может обеззараживать почву в течение более длительных периодов времени и накапливать более значительные количества тяжелых металлов. Но, несмотря на преимущества рекультивации древесными видами, имеются риски: медленный рост древесных растений, возможная рециркуляция тяжелых металлов обратно в окружающую среду (Worlanyo, Jiangfeng, 2020).

Следует отметить, что при выборе видов для рекультивации, важно учитывать характеристики местоположения, в том числе наличие влаги, состава почвы, соленость и pH, наличие питательных элементов и другие показатели плодородия почвы. При проведении рекультивации рекомендуется посадка смешанных лесных культур, что способствует увеличению биоразнообразия и позволяет развивающимся видам древесных пород быть устойчивыми к вредителям и другим неблагоприятным внешним воздействиям (Moffat, McNeill, 1994; Macdonald et al., 2015). При подборе видов древесно-кустарниковых пород для лесной рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых, следует ориентироваться на виды аборигенной дендрофлоры и «нетребовательные виды» (Moffat, McNeill, 1994; Кулагин, 2010; Желева-Богданова, 2010; Cohen-Fernandez, 2013). Это поможет сохранить биоразнообразие на рекультивируемой территории и повысить приживаемость (Cohen-Fernandez, 2013). По поводу плодово-ягодных видов деревьев и кустарников имеется два противоположных мнения – А.Ю. Кулагин (2010) считает, что при лесной рекультивации нарушенных земель следует исключать плодово-ягодные виды деревьев и кустарников. При этом имеется противоположное мнение – для создания искусственных фитоценозов техногенных экосистем пред-

лагается использование плодовых растений (Егоров, Стифеев, 2013; Алиев и др., 2015; Панков и др., 2016).

При проведении рекультивации ряд авторов (Moffat, McNeill, 1994; Brooks, 2000; Алиев и др., 2015; Панков и др., 2016; Šebelíkova et al., 2016; Зарипов, 2018; Данилов и др., 2019) рекомендуют высаживать кустарники (представители рода ольха, ива, облепиха, шиповник), для защиты основных древесных пород (представители родов сосна, береза и др.) от неблагоприятных факторов.

При проведении лесной рекультивации во избежание эрозии и для содействия почвообразовательному процессу следует высевать травянистую растительность. Чаще всего применяют виды из семейства Злаковые и Бобовые (Moffat, McNeill, 1994; Wade Gary, 1989; Adams, 2017). По мнению J.A. Burger и C.E. Zipper (2011) при проведении лесной рекультивации для лесного хозяйства предпочтительны местные травянистые и древесные виды. Предпочтение отдается ксерофитам и ксеромезофитам, олиготрофным и мезотрофным растениям, способным фиксировать атмосферный азот. Олиготрофность видов, а также их засухоустойчивость и солеустойчивость являются важными характеристиками при выборе ассортимента видов как для лесной, так и для сельскохозяйственной рекультивации (Хабирова, Кулагин, 2016). На рекультивируемых землях не рекомендуется высаживать виды растений, страдающие от морозов и засухи в обычных зональных условиях. Для создания растительного покрова на рекультивируемой поверхности отвала рекомендуется использовать гидропосев многолетних трав: овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), овсяница красная (*Festuca rubra* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), костер безостый (*Bromus inermis* Leyss.) и др. В состав рабочей смеси входят: вода, почва, семена, опилки, небольшие дозы минеральных удобрений, связующие материалы и др. (Белюченко, 2019).

На рекультивируемых землях создаются лесные насаждения следующих типов:

- сплошные насаждения хозяйственно-ценными хвойными и лиственными породами;
- сплошные насаждения временного типа древесными породами, способными фиксировать атмосферный азот, с последующей поэтапной их заменой на хозяйственно-ценные породы;
- полосные и сплошные насаждения на выположенных или террасированных откосах, имеющие противоэрозионный характер;
- насаждения по бровкам отвалов и карьеров, водозадерживающих каналов, водопоглощающих канав, водоемов и т. д.;
- полезащитные и водорегулирующие лесные полосы;
- насаждения рекреационного типа.

2.3. Сукцессии на нарушенных землях

Термину сукцессия ученые так же дают различные определения: направленные и необратимые изменения экосистем и протекающих в них процессов во времени, приводящих к возникновению устойчивых климаксовых или субклимаксовых сообществ (Трофимов и др., 1986); процессы в растительности, состоящие в необратимых перестройках фитоценозов и ведущих к замене их другими (Шенников, 1964); последовательная смена биоценозов, преемственно возникающая на одной и той же территории (биотопе) под влиянием природных факторов (Реймерс, 1988; Коробкин, Передельский, 2014); процесс формирования (первичная сукцессия) или восстановления (вторичная сукцессия) потоков поколений в популяциях всех видов биоты экосистемы, направлений на достижение или полной реализации потенциалов в конкретном местобитании (Смирнова, Торопова, 2008).

Сукцессии, происходящие в естественном растительном покрове без участия внешних факторов В.Н. Сукачев (1975) называет эндодинамическими. Они включают в себя сингенетические, экогенетические, филогенетические сукцессии. В работе А.Г. Tansley (1929) этот вид сукцессий имеет название

автогенные. Сукцессии, вызываемые общими изменениями климата, либо изменением почвенных условий не зависящих от жизнедеятельности сообществ – экзодинамические (Сукачев, 1975), которые включают в себя климатогенные, эдафогенные, зоогенные и антропогенные, в свою очередь А.Г. Tansley (1929) данный вид сукцессий назвал аллогенные (Работнов, 1995).

В.Н. Сукачев выделил 2 группы смен: автогенетические, происходящие на новой почве, т.е. первичные сукцессии, и экогенетические. Для автогенетических сукцессий выделены три стадии: 1) открытых сообществ; 2) закрытых невыработавшихся сообществ; 3) закрытых выработавшихся сообществ (Сукачев, 1975).

По Л.Г. Раменскому (1938), можно различать следующие смены фитоценозов:

- по развитию во времени: вековые, что соответствует филоценогенезу В.Н. Сукачева (1975); длительные; быстрые;

- по состоянию и динамическим потенциям растительного покрова: катастрофические - смены, связанные с нарушением растительного покрова; смены развития – смены, не нарушающие текущего равновесия растительности;

- по ведущим факторам: смены эндодинамные, вызванные жизнедеятельностью растений и их консортов, экзодинамные и смешанные (Работнов, 1995).

В работе А.П. Шенникова «Введение в геоботанику» (1964) выделено 3 стадии формирования фитоценозов: пионерная группировка, группово-зарослевое сообщество, диффузное сообщество (Самбуу, Хомушка, 2016)

Ф. Клементс рассматривал процесс формирования фитоценозов не от поселения пионеров до фазы диффузного сообщества, а продлевает его до вступления растительного сообщества в гомеостатичное состояние, или климакс. Ф. Клементс выделяет шесть стадий по преобладающему процессу: 1) миграции (нанос зачатков); 2) агрегация (их размножение); 3) эцезис (прижи-

вание растений, закрепление на территории участка); 4) реакция (эффект взаимного влияния); 5) конкуренция (следствия реакции); 6) стабилизация (выработка устойчивых структур, способных к саморегуляции) (Миркин, Розенберг, 1978).

Подробный обзор существующих видов сукцессий приведен в труде Т.А. Работного «История фитоценологии» (1995). В данной работе сделаны обобщения о первичной и вторичной сукцессии. Также рассмотрен процесс восстановления лесов на вырубках и гарях, при котором выделяются 3 стадии: травяная, преобладания мелколиственных пород деревьев, преобладания климаксовых пород деревьев. Также Тихон Александрович указывает, что в период формирования древостоя из климаксовых пород деревьев фитоценозы проходят ещё несколько стадий: формирования одновозрастных популяций климаксовых пород под пологом мелколиственных пород и спелого насаждения, образованного климаксовыми породами.

Концепция климакса заключается в признании возможности существования отдельных устойчивых и равновесных по отношению к определённой внешней среде растительных сообществ, сформировавшихся как за счёт автогенного, так и более сложного автогенно-аллогенного процессов смен растительности (Миркин, Розенберг, 1983). В то же время климаксовое состояние отдельных фитоценозов естественных, ненарушенных местообитаний не является абсолютно устойчивым, а представляет собой фазу медленного развития с тенденцией стабилизации структуры фитоценоза (Александрова, 1969). Эта концепция целиком и полностью применима и к антропогенно-нарушенным угольям – залежам, где смена стадий растительности сообществ прослеживается достаточно легко, поскольку известен возраст исследуемого участка растительности и в целом история этого уголья (Ледовский и др., 2016).

Формирование фитоценозов – это процесс заселения растениями незанятых территорий (Миркин, Розенберг, 1983). Формирование растительности на незанятых территориях идет по типу первичных сукцессий по А. П. Шен-

никову (1964). Это автогенная сукцессия формирования растительности на новых субстратах, где растительность ранее отсутствовала (Уиттекер, 1981; Миркин, 1985; Чибрик и др., 2014).

Стадия фитоценоза – это наименьшая, неделимая единица развития растительности в её сукцессионном процессе (Braun-Blanquet, 1964; Миркин, Розенберг, 1983). Процесс формирования фитоценоза начинается со стадии поселения отдельных экземпляров до группировки с определенной степенью сомкнутости и ясно выраженными фитоценотическими отношениями независимо от динамического статуса фитоценоза (Чибрик и др., 2014). Формирование фитоценозов идет по пути приближения к облику естественного окружения техногенных экосистем (Раков, Чибрик, 2009).

При формировании фитоценозов на нарушенных землях особую роль играют эдафические факторы, особенности рельефа, освещенность, развитие экзодинамических процессов (Чибрик, Елькин, 1991; Лисецкий и др., 2005; Альберг, 2011; Самыкина, 2016). Эти же факторы становятся основополагающими во время сукцессии. Характер и темпы начальных этапов почвообразования и зарастания растениями промышленных отвалов зависят от зонально-географических условий района их местонахождения (Колесников, Моторина, 1975). В самом общем схематичном виде смена фитоценозов при первичной сукцессии выглядит следующим образом: открытый травяной фитоценоз – сомкнутый травяной фитоценоз – лесной фитоценоз (Сукачев, 1975; Корнаторова, Миляева 2011).

Важную роль в процессе самозарастания нарушенных земель играют вегетативно-подвижные растения. Это связано с тем, что они обладают хорошо выраженной способностью осваивать новые территории с помощью зачатков, физиологически более сильных, чем семена, повышенной анатомической, морфологической и физиологической пластичностью (Махнев и др, 2002). Е.Л. Любарский и В.И. Полуянов (1974) пишут, что группа вегетативно-подвижных растений имеет ряд существенных биологических, экологических, фитоценологических преимуществ перед другими растениями.

На загрязнения окружающей среды наиболее чутко реагирует живой напочвенный покров (ЖНП). В первую очередь это связано с наличием поверхностной корневой системы травянистых растений (Михеев, 2013). ЖНП оказывает большое влияние на возобновление леса и чутко реагирует на изменения окружающей среды и характеризует состояние фитоценоза в целом (Залесов и др., 2017а, б). Но, стоит отметить, что травянистая растительность быстрее, чем древесная, закрепляет поверхность нарушенных земель, но вместе с тем, она менее устойчива (особенно на склонах) и более требовательна к почвенному плодородию (Михеев, 2013; Бачурина и др., 2020).

Ряд исследователей (Раменский, 1938, 1971; Баталов и др., 1988; Пасынкова, 1990; Чибрик, Елькин, 1991; Сибирина и др., 2012; Prach et al., 2013; Дамбын, 2015) пишут о том, что для начальных стадий сукцессии характерно наличие сорных и рудеральных видов растений. Сорные растения способны быстро захватывать свободную территорию, но имеют низкую ценотическую мощность.

Преобладающими видами растений, которые появляются во время первичной сукцессии являются: иван-чай узколистый (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), пырей ползучий, мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), луговик дернистый (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), мятлик луговой, ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) (Смирнов, 1969; Чибрик, Елькин, 1991; Чибрик и др., 2011; Альберг, 2011; Капелькина, 2012; Prach et al., 2013; Залесов и др., 2016; Šebelíková et al., 2016). Доминирующими семействами при первичной сукцессии на нарушенных землях являются: Бобовые (*Fabaceae*), Злаковые (*Poaceae*), Астровые (*Asteraceae*) (Чибрик, Елькин, 1991; Самыкина, 2016; Morgenthal et al., 2004). Также стоит отметить, что на техногенно-нарушенных территориях неплохо приживается, увеличивая свой ареал, ряд редких видов, относящихся к семейству Орхидные (*Orchidaceae*) (Чибрик и др., 2014).

По данным А.К. Махнева с соавторами (1990) – при увеличении степени загрязнения среды происходит изменение видового состава живого почвенного покрова: уменьшается доля бобовых и увеличивается доля злаков. Изменяется ценотический состав: увеличивается количество синантропных и луговых видов, а лесных уменьшается.

Несмотря на то, что фитоценозы техногенных ландшафтов в большинстве своем имеют обедненный видовой состав и упрощенную структуру, их изучение является важным аспектом для раскрытия закономерностей изменений растительного покрова в ходе сукцессий (Самыкина, 2016).

В работе L. Šebelíkova, K. Řehouňková, K. Prach (2016) приведено сравнение восстановления растительности при рекультивации и самозарастании. В данной работе указывается, что на самозарастающих участках примерно в 1,5 раза больше видов по сравнению с лесными рекультивируемыми участками, при этом синантропных видов на самозарастающем участке было зафиксировано больше. Кроме того, значительные отличия отмечены в количестве лесных видов на рекультивируемом участке. Самозарастающие участки, создают ландшафты с более высоким биологическим разнообразием и более высокой эстетической ценностью, чем те, которые были восстановлены человеком (Legwaila et al., 2015)

Имеются сведения, что сукцессия (самозарастание) иногда может привести к большему видовому разнообразию и более быстрому восстановлению естественного состава растительности, чем лесная рекультивация, но при этом результаты могут быть непредсказуемы (Macdonald et al., 2015).

2.4. Имеющиеся рекомендации по восстановлению различных типов антропогенно нарушенных земель

Формирование первичных фитоценозов на золоотвалах изучала группа авторов из Уральского федерального университета: Т.С. Чибрик, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина, Н.В. Лукина, Т.А. Радченко. По их мнению, форми-

рование растительности на нарушенных землях зависит от конкретных экологических условий. Самовосстанавливающаяся растительность отличается однотипностью с преобладанием эвритопных видов. Рекультивация способствует ускорению формирования растительности на золоотвалах (Внуков, 1996; Чибрик и др., 2011; Залесов и др., 2013; Раков и др., 2018; Zalesov et al., 2020). В своих работах они указывают, что биологическая рекультивация с полосным нанесением грунта и посевом многолетних трав способствует формированию продуктивных и хозяйственно ценных сообществ с преобладанием высеянных видов. На нерекультивированных участках происходит восстановление лесных фитоценозов изначально с преобладанием лиственных пород, а на участках с более влажным субстратом их формированию предшествует кустарниковая стадия (Чибрик и др., 2014). Сельскохозяйственное направление рекультивации на золоотвалах является довольно сомнительным мероприятием в связи с дороговизной данного направления рекультивации и накоплением опасных для человека микроэлементов и тяжелых металлов в растениях, произрастающих на золоотвалах. Рекомендуемое направление рекультивации для данного типа нарушенных земель – лесное (Терин, 2014; Чибрик и др., 2018).

На месторождениях хризотил-асбеста наблюдается медленное самовосстановление растительности, у которой формируется слабая корневая система. Особое значение при заселении нарушенной территории данного типа имеет эдафический фактор и условия заноса семян. Для отвалов хризотил-асбеста характерно наличие сцементированной корки, которая ограничивает (замедляет) процесс прорастания занесенных семян и запаздывания появления всходов. Отмечается, что с увеличением возраста растительных сообществ наблюдается рост флористического богатства. Наиболее часто встречаются виды: сосна обыкновенная, береза повислая, осина, ива козья. Травянистые виды (в основном это многолетние мезофиты луговые и лесные виды, с преобладанием сорно-рудеральных видов) малочисленны и имеют низкие показатели обилия и встречаемости (Тарчевский, Зайцева, 1964; Лукина и др., 2017).

В работе С.В. Залесова с соавторами (2017б) указывается, что отвалы хризотил-асбеста успешно возобновляются естественным путем, но отмечается, что в подросте преобладают средние и мелкие экземпляры. Для содействия самовосстановлению растительности на отвалах и повышения плодородия поверхностных горизонтов почвы отвала хризотил-асбеста рекомендуется вносить почвогрунт, осадки сточных вод, органические удобрения и древесную щепу. Предполагается, что это позволит сформировать смешанные сосново-березовые насаждения. Также рекомендуется равномерно распределять зимние осадки по поверхности отвала до появления древесной растительности (Зарипов и др., 2017; 2019).

Г.И. Махонина (1979) в своей работе отмечает, что на отвалах, находящихся в непосредственной близости к лесным массивам самозарастание внешней части отвала идет успешно, в отличие от внутренней (со стороны карьера). В связи с этим автор рекомендует для содействия восстановлению растительности на отвалах хризотил-асбеста применять лесную рекультивацию, а для ускорения процесса восстановления внутренней части – создавать на ней лесные культуры. К похожему выводу пришел Ю.В. Зарипов (2017; 2018). По его данным самовосстановление растительности на месторождениях тантал-бериллия является довольно продолжительным процессом, что вызывает необходимость проведения рекультивации. Эффективным направлением рекультивации нарушенных земель на месторождениях тантал-бериллия является лесохозяйственное. Создание лесных культур (чаще всего сосны обыкновенной), как показывает практика, позволяет сформировать за 40 лет высокопроизводительные рекреационно-привлекательные сосновые насаждения (Залесов и др., 2018).

При добыче угля открытым способом по данным А. Дамбын (2015) через год после окончания отсыпки отвалов вскрышных пород появляется пионерная растительность, в составе которой преобладают сорные виды. Увеличение количества видов происходит равномерно, на поздней стадии сукцессии зарас-

тание отвалов проходит интенсивно (Самбуу и др., 2016). Самозарастание отвалов происходит не только травянистой растительностью, но и древесными, и кустарниковыми породами (Альберг, 2011). В составе травянистой растительности преобладают представители из семейств: Астровые, Бобовые, Гречишные. Из-за медленно-протекающего процесса самозарастания рекомендуют применять комбинированный способ восстановления – самовосстановление аборигенной растительности и создание искусственных фитоценозов. Создание лесных культур рекомендуется проводить саженцами только местных пород, учитывая биоэкологические характеристики древесных растений (Сибирина и др., 2012). При этом возможна механизация работ по посадке культур, как это было сделано на отвалах Веселовского месторождения бурого угля (Чибрик и др., 2016).

Формирование первичной сукцессии на песчаных карьерах северной тайги Западной Сибири характеризуется незначительным количеством астровых и отсутствием бобовых растений, а также довольно успешным возобновлением сосны обыкновенной и березы повислой (Коронатова, Миляева, 2011). По данным Н.А. Ивановой (2020) успешное естественное возобновление сосны происходит на расстоянии 200 метров от стены леса. Наибольшее количество самосева появляется на 3-4 год после завершения добычи песка. В работе А.И. Чудецкого с соавторами (2014) описан опыт рекультивации выработанного песчаного карьера площадью 25 га, в ходе рекультивации которого создавались микроповышения высотой до 0,5 м и высаживались саженцы сосны обыкновенной. В результате посадки лесных культур сформировалось мертвопокровное искусственное сосновое насаждение. В связи с описанными выше особенностями восстановления растительности на песчаных карьерах рекомендуется применять оптимизированную технологию лесной рекультивации – одновременное высаживание древесных пород и высевание травянистых видов (многолетних злаков) (Лиханова, Ковалева, 2018). При искусственном лесовосстановлении на выработанных песчаных карьерах рекомендуют вносить нетрадиционные органические удобрения на основе осадков

сточных вод и опила, с высоким содержанием в них фосфора и органического вещества. При этом рекомендуется применять сеянцы с закрытой корневой системой (Иванова, 2020).

На карьерах по добыче строительных материалов для лесовосстановления на отвалах рекомендуется использовать олиготрофные виды растений, такие как сосна обыкновенная и береза повислая. Кроме того, рекомендуется проводить тщательную планировку поверхности почвы, землевание, внесение органических и минеральных удобрений или посев сидератов. Для ускорения процесса почвообразования на карьерах необходимо разрабатывать специальные приемы биологической рекультивации, включающие возделывание многолетних трав, применение углесодержащих суспензий, обогащенных штаммами микроорганизмов (Хабилова, Кулагин, 2016; Хабилова, 2017).

В работе А.В. Головастиковой и О.В. Нагорной (2020) отмечается, что на выработанных карьерах по добыче глины келловея к 5-летнему возрасту формируется пионерная однообразная растительность с преобладанием корневищных видов. В составе древесно-кустарниковой растительности преобладают береза повислая, осина, ива козья. Выработанные карьеры по добыче глины активно зарастают в первые годы. Пионерными видами являются представители семейств Астровые, Бобовые, Злаковые. Как показывает исследование Л.М. Хабиловой и А.А. Кулагина (2016), с увеличением давности разработки карьера количество семейств и видов сокращается.

При восстановлении карьеров по добыче огнеупорных глины рекомендуют лесное направление рекультивации, при котором в условиях лесорастительного округа предлесостепных сосново-березовых лесов применяют двухлетние сеянцы сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева (Залесов и др., 2011). В таежной зоне Пермского края при проведении лесохозяйственной рекультивации рекомендуется применять лиственницу сибирскую, сосну обыкновенную, березу повислую (Ворончихина, 2010).

А.Е. Морозов с соавторами (2010) в своей работе провел анализ разных способов рекультивации земель, загрязненных нефтью. Наиболее эффективным способом оказался – комбинированный. Данный способ выполняется в 2 этапа – технический (сбор нефтепродуктов с поверхности загрязненного участка, его очистка от валежа и остатков древостоев) и биологический (агротехнические мероприятия, внесение удобрений (при необходимости) и извести (на кислых почвах), применение микробиологических препаратов (при необходимости), посев трав мелиорантов или посадка древесно-кустарниковой растительности). При этом имеются сведения, что скорость самозарастания земель, загрязненных нефтью, определяется длительностью нахождения нефти в грунте (Шилова, 1978).

Отвалы, образуемые при добыче рудных полезных ископаемых, рекомендуется рекультивировать путем посадки саженцев (сосна, ель) с закрытой корневой системой. Посевы травосмесей на таких объектах нецелесообразны, поскольку не дают желаемого экологического результата (Ворончихина, 2010).

В работе Л.П. Капелькиной (2012) отмечается, что на выработанных трассах автозимников, линиях электропередач, находящихся на территориях с избыточным увлажнением (болотах) возможно оставление для самозарастания, так как в течение 2–4-х лет на этих нарушенных участках успешно происходит зарастание болотной растительностью. Трассы сеймопрофилей, буровые площадки, расположенные на естественных песчано-гравийных грунтах при отсутствии многолетнемерзлых пород и достаточно глубоком уровне грунтовых вод, так же могут быть оставлены под самозарастание. При самозарастании на данных типах нарушенных земель формируются устойчивые экосистемы.

В работе Н.А. Мартыновой и В.К. Тохтарь (2011) отмечается, что самозарастание меловых и известняковых отвалов также занимает довольно длительный период. В следствии чего, на данных типах нарушенных земель реко-

мендуется проводить посев многолетних трав одновременно с посадкой лесных культур, что позволит предотвратить пыление отвалов и карьеров (Мартынова, Тохтарь, 2011). При проведении рекультивации известняковых месторождений используют сосну обыкновенную, карагану древовидную, облепиху. При рекультивации сосной обыкновенной происходит формирование насаждений, которое способно приблизить рекультивируемый участок к аналогичным естественным местообитаниям. При рекультивации караганой древовидной происходит формирование мертвопокровных участков, которые предрасположены к внедрению заносных растений, что также способствует формированию близких к естественным насаждениям. При рекультивации облепихой формируются сплошные монодоминантные заросли. Использование чужеродных видов растений при рекультивации недопустимо, так как это в большинстве случаев препятствует восстановлению естественного растительного покрова (Телеганова, 2019).

Выводы

1. Существует большое количество вариантов определений ключевых терминов данной диссертации (антропогенно нарушенные земли, рекультивация, сукцессия), которые дают разные авторы. Рассматриваемые определения различных ученых довольно близки по смыслу и соответствуют приведенным в актуальных нормативных документах.

2. Вопросу классификации нарушенных земель посвящено довольно большое количество научной литературы, в которой предложены авторские классификации и типологии. В зависимости от целей исследования можно использовать любую из предложенных классификаций.

3. Лесная рекультивация нарушенных земель наиболее часто используется при восстановлении, в связи с дешевизной и простотой выполнения работ. Одной из основных задач лесной рекультивации антропогенно-нарушенных земель является увеличение площади земель, на которых расположены леса.

4. Выбор способа восстановления и ассортимент видов для проведения лесной рекультивации зависят от типа нарушенных земель, климатических особенностей, рельефа, почвенно-гидрологических условий района исследований. Рекультивация может быть осуществлена путем посадки древесных и кустарниковых пород, а для исключения риска возникновения эрозионного процесса рекомендуется использовать травянистые виды.

5. Формирование первичных сукцессий на антропогенно нарушенных землях идет по типу естественного окружения, при этом зависит от зонально-географических условий района. При формировании первичных сукцессий первыми появляются виды из семейства Бобовые, Злаковые, Астровые. Количество видов при первичной сукцессии больше, чем при рекультивации, при этом увеличивается и количество синантропных видов.

6. В научной литературе недостаточно освещен вопрос о сравнении эффективности восстановления растительности при рекультивации и при естественном самозарастании различных типов нарушенных земель. Среди ученых нет единого мнения по поводу того какой тип восстановления наиболее универсальный и эффективный. Кроме того, в работах встречаются противоречия по вопросу рекультивации плодовыми видами древесно-кустарниковой растительности.

7. В научной литературе имеется довольно обширный перечень рекомендаций по восстановлению растительности на нарушенных землях, однако в связи с большим разнообразием типов нарушенных земель и лесорастительных условий, многие рекомендации нуждаются в дополнении и конкретизации, кроме того, имеющиеся рекомендации необходимо систематизировать.

ГЛАВА 3. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

3.1. Программа работ

В соответствии с поставленными в работе целями и задачами была составлена следующая программа работ:

1. Изучить природно-климатические условия района исследований.
2. Выполнить анализ научной и ведомственной литературы по теме исследований.
3. Изучить историю формирования исследуемых карьеров по добыче глины.
4. Изучить процессы естественного зарастания выработанных карьеров по добыче глины.
5. Изучить ход роста искусственных сосновых древостоев на рекультивированных выработанных карьерах по добыче глины.
6. Изучить особенности, видового разнообразия и надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) при естественном зарастании исследуемых карьеров по добыче глины.
7. Изучить особенности, видового разнообразия и надземной фитомассы ЖНП на рекультивированных участках карьеров по добыче глины.
8. Разработать предложения по совершенствованию способов рекультивации выработанных карьеров по добыче глины на территории Средне-Уральского таежного лесного района.

3.2. Методика исследований

Работы по описанию древесной растительности проводились на временных пробных площадях (ПП), которые были заложены в наиболее типичных для изучаемых участков местах. Размеры пробных площадей подбирались таким образом, чтобы охватить достаточное количество деревьев при определенном диаметре (ОСТ 56-63-83,1983; Бунькова и др., 2020). ПП

отграничивались в натуре визирными линиями и закреплялись по углам вешками. Данные о местонахождении ПП заносились в базу данных GPS-навигатора Garmin eTrex Touch 25.

Перед закладкой ПП и учетных площадок детально анализировалась история возникновения каждого конкретного участка нарушенных земель, механический состав почвогрунтов, гидрологический режим, метод и сроки проведения рекультивационных работ, и в случае изучения эффективности самозарастания устанавливались данные о времени прекращения работ по добыче полезных ископаемых.

На пробных площадях осуществлялся сплошной пересчет деревьев. Диаметры замерялись на высоте 1,3 м в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Для каждого элемента леса измерялись высоты (20 деревьев). Отбор деревьев производился по принципу ступенчатого представительства с таким расчетом, чтобы учесть высоты большинства ступеней толщины от самой тонкой до самой толстой. У отобранных деревьев замерялся диаметр на высоте 1,3 м с точностью до 1 см и высота с точностью 0,1 м с помощью высотомера SUUNTO PM-5/1520 PC. В камеральных условиях по этим данным строился график кривой высот, по которому определялась средняя графическая высота элемента леса.

Средний возраст элементов леса определялся при помощи возрастного бурава. Керны брались у 10 деревьев каждого элемента леса, после чего высчитывался среднее арифметическое значение. Возраст лесных культур определялся по проектам создания лесных культур.

Относительная полнота для каждого из элементов леса находилась по стандартным таблицам сумм площадей сечений и запасов (Основные положения ..., 1995). Для определения запаса древостоя использовались таблицы объемов стволов в коре различных пород (Нагимов и др., 2002).

Составление таблиц хода роста осуществлялось по методу кафедры лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ (Нагимов, 2016; Сальникова и др.,

2020). При отборе древостоев, относящихся к одному естественному ряду и к одному классу густоты, использовались зависимости видовой высоты (HF) и относительной площади сечения (показатель G:H) от возраста. Из дальнейшей обработки исключались пробные площади, у которых HF и G:H отклонялись от выровненной средней более чем на $\pm 15\%$.

Перечет подроста производился на учетных площадках размером 2×2 м. При изучении подроста учитывался видовой состав, возраст, высота, жизнеспособность (Бунькова и др., 2020). Состав подроста определялся по количеству растений каждого вида. Возраст у хвойных видов определялся по мутовкам, как среднеарифметическое. Подрост высотой до 0,5 относился к категории мелкого подроста; 0,5 - 1,5 м – средний подрост; выше 1,5 м – крупный подрост. Средняя высота подроста устанавливается как средневзвешенное значение по группам высот.

Для установления обеспеченности подростом всех групп высот пересчитывался на крупный. При этом для мелкого подроста использовался коэффициент 0,5, среднего – 0,8 и крупного 1,0. Обеспеченность подростом устанавливалась в соответствии с требованиями Правил лесовосстановления (Об утверждении Правил ..., 2020).

Подлесок учитывался на тех же учетных площадках, что и подрост. При перечете подлеска учитывался видовой состав, густота, высота и состояние.

Работы по изучению живого напочвенного покрова проводились в период максимального развития фитомассы растительности и стабилизации её влажности – в середине июля (Трофимова и др., 2015). В зависимости от орграфических особенностей и давности выработки изучаемого участка закладывались трансекты. При изучении нерекультивированных карьеров работы проводились на дне, склонах, кучах некачественной глиняной массы, а также на участках, неподвергавшихся разработке (участки, на которых был снят верхний плодородный почвенный слой толщиной от 0,2 до 0,5 м.). По всей длине трансекты равномерно размещались учетные площадки (УП) размером

50×50 см (0,25 м²) в количестве 10-35 шт. (в зависимости от величины изучаемого объекта) (Чибрик и др., 2014; Бунькова и др., 2020). Трансекты на исследуемых объектах располагались таким образом, чтобы были охвачены все типы фитоценозов и отражены особенности размещения видов на территории (Шенников, 1938).

На каждой учетной площадке определялся видовой состав, проективное покрытие, обилие видов, частота встречаемости. Все виды распределялись по ценотипам – лесные, луговые, синантропные, лесолуговые, прибрежно-болотные.

Видовой состав растительного сообщества – это вся совокупность видов, имеющих в нем (Бунькова и др., 2020). Виды растений устанавливались с помощью определителей (Королева и др., 1973; Гочаковский и др., 1994; Губанов и др., 2003; Куликов, 2010; Шанцер, 2016). Все видовые названия растений на латинском языке выверены с помощью международных поисковых систем International Plant Names Index и The Plant List.

Проективное покрытие представляет собой горизонтальную проекцию надземных частей растений на поверхность почвы. При его определении визуально учитывалось отношение проекций растений к общей площади, принимаемой за 100% (за вычетом просветов между листьями и ветвями) (Неронов, 2002).

Обилие вида – группа количественных показателей или балльных оценок роли вида или особи в фитоценозе в пределах пробной площади, определялось по шкале Друде (Ярошенко, 1969; Бунькова и др., 2020).

Частота встречаемости характеризует равномерность или неравномерность распределения вида в биоценозе. Она рассчитывалась как процентное отношение количества учетных площадок, где встречается вид, к общему числу учетных площадок (Чернова, Былова, 2004). Для оценки встречаемости применялась классификация В.В. Карамышевой (1967). Выделялось 5 классов: 1 – 0-20%, 2 – 20-40%, 3 – 40-60%, 4 – класс 60-80%, 5 – 80-100%.

Для определения фитомассы на изучаемой территории применялся метод укосов – определение биологической продуктивности путем отчуждения надземных частей растений и последующего взвешивания. Живой напочвенный покров на учетных площадках срезался на уровне поверхности почвы. Определялась масса в сыром и абсолютно сухом состоянии. Взвешивание в сыром виде производилось сразу после срезания и разбора по видам. Затем производилось определение надземной фитомассы каждого вида и отбиралась навеска для определения надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии. Срезанная масса ЖНП упаковывалась в бумажные пакеты и маркировалась. Каждая навеска высушивалась при температуре 105°C до постоянной массы. При разборе укоса по видам оставался остаток из мелких трудноразбираемых частей. В нем определялось содержание каждого вида на глаз, а затем, после взвешивания остатка, он распределялся по доле участия каждого вида в сухом остатке и прибавлялся к массе разобранный части каждого вида (Браун Д, 1957).

Для сравнения растительных сообществ на антропогенно-нарушенных землях одного типа применялся метод расчета индекса общности Чекановского-Серенсена и Жаккара (Зотеева, 2019).

Далее проводилась статистическая обработка полевых материалов в программах Excel 2013 и Statistica 8.0.

3.3 Объем выполненных работ

В процессе реализации программы исследования в период с 2019 по 2021 нами были изучены объекты, находящиеся на территории СреднеУральского таёжного района (Об утверждении Перечня..., 2014). Было заложено 23 пробные площади в искусственных и естественных насаждениях: произрастающих на выработанных карьерах по добыче кирпичных глин – Асбестовский участок – Старковское месторождение I, II (4 ПП), Красноармейское месторождение I (4 ПП), Нижне-Рефтинское месторождение (6 ПП); на выработанных ка-

рьерах по добыче огнеупорных глин – Богдановичский участок (7 ПП), Сухо-ложский участок (2 ПП). Изучено 3 нерекультивированных объекта: карьер Старковского II месторождения, Красноармейского II месторождения кирпичных глин, часть карьера Богдановичского месторождения огнеупорных глин.

Лесоводственная эффективность лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель изучены на 21 пробной площади. В процессе исследований установлены основные таксационные характеристики древостоев, подроста и подлеска на всех площадях в соответствии с описанной ранее методикой для сравнения заложено 2 ПП в насаждениях, произрастающих в непосредственной близости от исследуемых рекультивированных нарушенных земель.

Для изучения живого напочвенного покрова было заложено 730 учетных площадок размером $0,5 \times 0,5$ м, с каждой учетной площадки отобраны навески и определена масса для каждого травянистого вида и выполнен расчет надземной фитомассы ЖНП по видам в сыром и абсолютно сухом состоянии. Для каждой пробной площади определен видовой состав травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Заложено 280 учетных площадок для изучения подроста и подлеска размером 2×2 м. Определен возраст древесных видов, количество экземпляров на 1 га, высота, жизнеспособность.

ГЛАВА 4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ КАРЬЕРОВ ПО ДОБЫЧЕ ГЛИНЫ

4.1. Характеристика объектов исследования

Исследование естественного зарастания нарушенных земель осуществлялось на месторождениях кирпичных глин Красноармейское II, Старковское II и на месторождении огнеупорных глин Троицко-Байновское.

Характеристика объектов составлена на основании материалов таксации Сухоложского лесничества, архивных документов организаций, занимавшихся разработкой карьеров, а также на основании данных натурного обследования.

4.1.1. Месторождение Красноармейское II

Месторождение кирпичных глин Красноармейское II расположено в Свердловской области на территории подчиненной МО город Асбест, в 1,5-2 км на юго-запад от его границ, в пределах 85-го квартала Асбестовского участка Асбестовского участкового лесничества Сухоложского лесничества.

Освоением месторождения занималось ООО «Заречный» (п. Новокирпичный), которое специализируется на производстве кирпичной и хрустальной продукции. Предприятие начало освоение месторождения в 2008 году, а закончило в 2016. Объем годового выпуска кирпича составлял 90 тыс. м³. Разработка месторождения велась на глубину от 3,4 до 7,5 м. Примерная площадь выработанного карьера составила 6 га, хотя планировалось разработать 44,1 га.

Почвенный покров описываемой территории располагается в пределах Березовского почвенного района Екатеринбургского округа Зауральской южно-таёжной провинции дерново-подзолистых почв (Почвенно-географическое районирование..., 1999).

Почвообразование на рассматриваемой территории протекает на элювиально-делювиальных, делювиальных отложениях. Элювиально-делювиальные отложения представлены щебнем, дресвой, суглинками и глинами мощностью от 0,5 до 4-5 м. В структуре почвенного покрова ведущее место занимают сочетания дерново-подзолистых, болотно-подзолистых почв. Преобладают автоморфные почвы, доля полугидроморфных и гидроморфных почв составляет 40%. Валовой химический состав почвообразующих делювиальных и элювиальных глин представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1. – Валовой химический состав почвообразующих глин месторождения Красноармейское II

Химические компоненты	Содержание химических компонентов (сухое вещество) / среднеарифметическое значение, %	
	Делювиальные глины	Элювиальные глины
SiO ₂	<u>58,86-63,52</u> 60,46	<u>42,5-52,54</u> 47,25
Al ₂ O ₃	<u>16,84-18,46</u> 17,92	<u>16,63-18,8</u> 17,81
TiO ₂	<u>0,85-0,91</u> 0,89	<u>1,08-1,10</u> 1,09
Fe ₂ O ₃	<u>5,85-7,0</u> 6,53	<u>12,0-13,0</u> 12,53
CaO	<u>2,24-2,8</u> 2,61	<u>1,26-2,8</u> 1,96
MgO	<u>1,31-2,02</u> 1,55	<u>2,81-4,3</u> 3,37
SO ₃	<u>0,05-0,1</u> 0,08	<u>0,06-0,09</u> 0,08
K ₂ O	<u>0,34-0,59</u> 0,45	<u>0,55-0,88</u> 0,7
Na ₂ O	<u>0,65-1,12</u> 0,86	<u>1,02-1,2</u> 1,1

Делювиальные глины месторождения Красноармейское II низкодисперсные, в подавляющем большинстве умереннопластичные, среднезапесоченные, преимущественно с высоким содержанием крупнозернистых включе-

ний, представленных в основном мелким гравием кварца и кремневых пород. Гранулометрический состав данных глин характеризуется средневзвешенными значениями: содержание фракции крупнее 5 мм – 0,7%, крупнее 0,5 мм – 7,4%, крупнее 0,06 мм – 31,4 %, фракции меньше 0,01 мм – 48,1 %, меньше 0,001 мм – 31,7 %.

Элювиальные глины в подавляющем большинстве грубодисперсные, в небольшом объеме низкодисперсные, в основном непластичные и малопластичные, с высоким содержанием крупнозернистых включений, представленных выветрелой дресвой коренных пород. По размеру включения – от мелких до крупных, с преобладанием средних. Гранулометрический состав этих глин характеризуется следующими средневзвешенными значениями: содержание фракции крупнее 5 мм – 2,6%, крупнее 0,5 мм – 7,4%, крупнее 0,06 мм – 11,9%, фракции меньше 0,01 мм – 36,4%, фракции меньше 0,001 мм – 10,8%.

Агрохимические свойства дерново-подзолистых почв посредственные. Они имеют кислую реакцию ($pH_{\text{водный}}$ от 4,0 до 5,50). Гидролитическая кислотность невелика – от 10 в верхних до 1,0 мг-экв на 100 г. почвы в нижних горизонтах. Почвы отличаются насыщенностью основаниями от 60 до 80%. Содержание гумуса в биогенно-аккумулятивной толще у этих почв изменяется в широких пределах от 1 до 10%. Почвы насыщены подвижными формами калия, но бедны доступными для растений формами азота и фосфора. Карбонаты в них отсутствуют.

В целом агрохимические и физические параметры данных почв оптимальны для произрастания древесных пород из флористического состава лесов Зауральской южной тайги. Средняя мощность плодородного слоя, снимаемого при разработке карьера, – 0,3 м.

Внутри карьера сооружались дороги с твердым покрытием из отходов производства ООО «Заречный», однако на сегодняшний день от них остались только небольшие участки.

Схема карьера кирпичных глин на месторождении Красноармейское II приведена на рисунке 4.1. Характеристика участков карьера, выделенных на схеме, приведена в таблице 4.2.



Рисунок 4.1. – Схема карьера кирпичных глин на месторождении Красноармейское II

До освоения месторождения «Красноармейское II» территория была занята лесопарковыми лесами, примыкающими к городу Асбест, которые по лесоустроительной классификации относились к 3-му классу эстетической ценности, по санитарно-гигиенической оценке, и степени устойчивости - ко 2 й

группе. Преобладающими типами леса, согласно таксационной оценке, являлись производные мелколиственные березовые разнотравно-зеленомошные насаждения с участием сосны. По характеру коренного древостоя разнотравно-зеленомошные леса – сложные: в верхнем ярусе – сосновые, а в нижнем – березовые, характеризующиеся хорошей возобновляемостью. Подлесок неравномерный, преимущественно представлен рябиной, малиной, смородиной и шиповником. Класс бонитета I-II. После выработки месторождения рекультивация не проводилась, а участок был оставлен под самозарастание.

Таблица 4.2. – Описание участков карьера месторождения кирпичных глин Красноармейское II

№ участка	Окончание работки, год	Характеристика участка
1	2008	Оставлен под естественное зарастивание. В северной части участка имеется пологий склон. Большое количество выкорчеванных корней деревьев и бытового мусора.
2	2009	Оставлен под естественное зарастивание. Большое количество бытового и строительного мусора, в центре участка разлиты нефтепродукты.
3	2010	Оставлен под естественное зарастивание. В восточной части участка местное население продолжает добычу глины для собственных нужд.
4	2014	Участок почти полностью состоит из отвалов некачественной глиняной массы и поверхностного плодородного слоя.
5	2014	Оставлен под естественное зарастивание.
6	2015	Оставлен под естественное зарастивание. Периодически затпливается. От участка 7 отделяется отвалом некачественной глиняной массы.
7	2016	Оставлен под естественное зарастивание. Периодически затпливается.
8	2007	Поверхность вокруг карьерной выемки. Снят плодородный слой толщиной 15-20 см.

4.1.2. Месторождение Старковское II

Месторождение кирпичных глин Старковское II расположено в Свердловской области в семи километрах к северу от г. Асбест на Малышевском участке Асбестовского участкового лесничества Сухоложского лесничества в 101 и 113 лесных кварталах. Площадь месторождения ограничена на северо-востоке коллективными садами, на западе и юге автодорогами, с проходящими вдоль них линейными коммуникациями, с востока – молодыми лесопосадками сосны.

Освоением месторождения занималось ООО «Заречный». Объем годового выпуска кирпича составлял 83,62 тыс. м³. Разработка месторождения велась на глубину до 9 м. Предприятие начало освоение месторождения с 2004 года, а закончило в 2016 году. Примерная площадь выработанного карьера 12,5 га. Мощность снимаемого плодородного слоя колеблется от 0,2 до 0,5 м, в среднем равна – 0,3 м.

Почвенный покров месторождения Старковское II имеет сходную характеристику с месторождением «Красноармейское II», но имеются отличия по валовому содержанию состава почвообразующих глин и гранулометрическому составу (таблица 4.3. и 4.4.). Мощность элювиальных глин колеблется от 2,7 до 14,6 м.

Абсолютные высотные отметки поверхности колеблются от 213,8 м в юго-западной части до 201,1 м в восточной части месторождения.

До освоения месторождения Старковское II территория была занята мелколиственными осиново-березовыми разнотравно-зеленомошными лесами II класса бонитета. Общие характеристики ранее имеющихся лесных насаждений схожи с месторождением «Красноармейское II».

После выработки месторождения рекультивация не проводилась, а карьер был оставлен под самозарастание. Схема карьера приведена на рисунке 4.2., а описание участков в таблице 4.5.

Таблица 4.3. – Химический состав глин месторождения Старковское II

Химические компоненты	Содержание химических компонентов (сухое вещество), от-до / среднеарифметическое значение, %
SiO ₂	<u>54,62-60,86</u> 56,7
Al ₂ O ₃	<u>14,5-19,38</u> 16,76
TiO ₂	<u>0,35-0,60</u> 0,49
Fe ₂ O ₃	<u>8,7-12,0</u> 10,87
CaO	<u>0,7-3,59</u> 1,5
MgO	<u>0,8-3,23</u> 2,0
SO ₃	<u>Следы-0,1</u> 0,05
K ₂ O	<u>0,36-0,92</u> 0,54
Na ₂ O	<u>0,14-0,97</u> 0,41

Таблица 4.4. – Гранулометрический состав глин месторождения Старковское II

Фракции, мм	Полигенитские отложения от-до / средневзвешенное значение по слою, %	Элювиальные глины от-до/ средневзвешенное значение по слою, %
Крупнее 0,5	<u>5,3-29,9</u> 14,9	<u>0,1-28,7</u> 6,5
В том числе: крупнее 10	<u>0-7,9</u> 2,5	<u>0-11,4</u> 1,2
Крупнее 5	<u>0,3-12,1</u> 3,8	<u>0-15,2</u> 1,9
Крупнее 0,06	<u>21-49,9</u> 38	<u>2,9-32,8</u> 10,7
0,06-0,01	<u>16,6-26,9</u> 20,3	<u>26,6-61,9</u> 46,7
Менее 0,01	<u>30,7-53</u> 41,7	<u>21,5-61,2</u> 42,6
Менее 0,001	<u>17-33,9</u> 23,6	<u>1,2-24</u> 8
Число пластичности	<u>4,3-9,5</u> 6,8	<u>0-11,8</u> 3,1

Таблица 4.5. – Описание участков карьера месторождения кирпичных глин Старковское II

№ участка	Окончание раз- работки, год	Характеристика участка
1а	2004	Выравнивание поверхности в 2008 г. Оставлен под естественное заращивание.
1б	2004	Выравнивание поверхности в 2008 г. Посадка лесных культур сосны 2-летними сеянцами под меч Колесова в 2010 г (ПП А10).
2	2008	Выравнивание поверхности в 2014 г. Оставлен под естественное заращивание.
3	2005	Оставлен под естественное заращивание.
4	2006	Оставлен под естественное заращивание. С северной стороны участка отвал некачественной глиняной массы.
5	2013	Оставлен под естественное заращивание. Периодически затапливаемая часть карьера.
6	2015	Оставлен под естественное заращивание. На участке находится небольшой отвал некачественной глиняной массы.
7	2007-2014	Оставлен под естественное заращивание. Периодически затапливаемая часть карьера.
8	2016	Оставлен под естественное заращивание.
9	-	Поверхность вокруг карьерной выемки. В 2003 году снят плодородный слой толщиной 0,3 м.
10	-	В 2003 году снят плодородный слой 0,3 м (ПП А11).
11	–	Выполженный в 2013 г до 30° склон карьера.

На участке 10 в 13-летнем естественном насаждении с преобладанием сосны (рис. 4.3.) была заложена ПП А11. Таксационная характеристика древостоя на момент исследований (2021 г) приведена в приложении 1. Насаждение начало формироваться в 2003 году после того, как на данном участке были убраны вскрышные породы.



Рисунок 4.2. – Схема карьера месторождения Старковское II



Рисунок 4.3. - 13-летнее естественное насаждение на месторождении Старковское II (ПП А11)

4.1.3. Месторождение Троицко-Байновское

Троицко-Байновское месторождение огнеупорных глин является крупнейшим месторождением огнеупорных глин на Среднем Урале. Площадь месторождения составляет около 75 км² и включает несколько залежей – Межниковскую, залежи № 1...4 и Полдневскую залежи (Солодкий и др., 2018).

Полдневской участок Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин расположен в Свердловской области в 1 км южнее поселка Полдневой и в 16 км южнее города Богданович. Полдневской участок месторождения относится к Богдановичскому участковому лесничеству Сухоложского лесничества – кварталы 58, 59, 60.

Разработкой месторождения занимается Богдановичское ОАО «Огнеупоры», которое специализируется на производстве огнеупорных материалов и изделий. Предприятие ведет разработку месторождения с 40 годов XX века по настоящее время. Разрабатываемая глубина месторождения на некоторых участках достигает 50 метров. Часть карьеров Полдневского участка заброшена, часть из них затоплена.

Огнеупорные глины Троицко-Байновского месторождения приурочены к нижнемеловой песчано-глинистой толще, залегают местами непосредственно на известняках нижнего карбона. В кровле залегают верхнемеловые глауконитовые пески, третичные песчаники, глинистые отложения и четвертичные суглинки (Солодкий и др., 2018).

Глины имеют среднюю пластичность и значительную дисперсность (содержание частиц размером менее 0,001 мм составляет 22,9–75,8 %) и по минеральному составу являются каолинито-кварцевыми породами - состоят из каолинита с примесью кварца, слюды, растительных остатков и гумусового вещества, а также включений лимонита, сферосидерита и пирита. Присутствуют включения акцессорных минералов: турмалин, рутил, циркон, дистен, полевые шпаты (Солодкий и др., 2018). Гранулометрический состав глин приведен в таблице 4.6, химический состав глин приведен в таблице 4.7.

После выработки отдельных участков месторождения предприятие их рекультивировало, путем нанесения почвогрунта и посадки лесных культур, или оставления под самозарастание (Терин, 2014). Схема карьера месторождения Троицко-Байновское приведена на рисунках 4.4. и 4.5., а их описание в таблице 4.8.

Таблица 4.6. – Гранулометрический состав глин Полдневского участка месторождения Троицко-Байновское

Фракции, мм	Доля, от-до, %
Крупнее 0,05	1,1-17,9
0,05-0,01	1,6-15,5
0,01-0,005	13,80-31,10
0,005-0,001	5,50-11,90
Меньше 0,001	22,90-75,80

Таблица 4.7. – Валовой химический состав глин Полдневского участка месторождения Троицко-Байновское

Химические компоненты	Содержание химических компонентов, от-до, %
SiO ₂	43,75-70,19
Al ₂ O ₃	19,64-33,88
TiO ₂	0,97-1,78
Fe ₂ O ₃	0,96-1,82
CaO	0,34-1,06
MgO	0,36-0,48
SO ₃	0,38-0,41
K ₂ O	0,22-0,40
Na ₂ O	0,09-0,34
ППП	6,88-17,20

Таблица 4.8. – Описание участков карьера Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин (рисунок 4.4 и 4.5)

№ участка	Окончание работ, год	Характеристика участка
I	Ориентировочно 1998	Нерекультивированная карьерная выемка
1	Ориентировочно 1998	Затопленный участок. Имеются многочисленные островки из некачественной глиняной массы. Растительности нет.
2	Ориентировочно 1998	Поверхность не выровнена, наблюдаются эрозионные процессы. Имеются периодически затапливаемые участки.
3	-	Борт карьера. Наблюдаются эрозионные процессы.
4	-	Поверхность вокруг карьерной выемки. Проведена рекультивация. Посажены лесные культуры (ПП Б1, Б6)
II	Ориентировочно 1998	Рекультивированная часть карьера. В период с 1999 по 2017 год создавались лесные культуры.
III	Ориентировочно 1990	Рекультивированная часть карьера. Оставлена под естественное зарастание. В 2006 году проведена рубка реконструкции.



Рисунок 4.4. – Схема карьера на месторождении Троицко-Байновское



Рисунок 4.5. – Схема юго-восточной части нерекультивированной карьерной выемки огнеупорных глин на месторождении Троицко-Байновское

На участке III (рис. 4.4) была заложена пробная площадь ПП Б2 (рис.4.6). ПП была заложена в естественном сосново-березовом насаждении с примесью осины (состав бС4Б+Ос). По данным лесохозяйственного планшета, в насаждении проводилась рубка реконструкции в 2003 году.

Таксационная характеристика древостоя на момент исследований (2020 г) приведена в приложении 1.

4.2. Видовой состав и надземная фитомасса живого напочвенного покрова, формирующегося на нарушенных землях

На восьми исследуемых участках карьера месторождения кирпичных глин Красноармейское II было определено 69 видов растений из 21 семейства. В таблице 4.9. представлена геоботаническая характеристика каждого участка. В таблице все участки распределены в хронологическом порядке.



Рисунок 4.6. – 25-летнее смешанное насаждение естественного происхождения (ПП Б2)

Данные таблицы 4.10. свидетельствуют о том, что максимальное количество семейств представлено на участке 8 (46 шт.), а минимальное на участке 3 (12 шт.).

Наибольшее количество видов, произрастающих на карьере месторождения Красноармейское II, относятся к семействам: Астровые (*Asteraceae*), Бобовые (*Fabaceae*), Мятликовые (*Poaceae*), Розоцветные (*Rosaceae*). На большинстве участков преобладает семейство Астровые, на участках 2 и 3 – Бобовые, на участке 4 – Розоцветные.

Доминирующими видами семейства Астровые являются: мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.); семейства Бобовые – донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.); семейства Мятликовые – мятлик луговой (*Poa pratensis* L.); Розоцветные – костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.).

Таблица 4.9. – Геоботаническая характеристика участков месторождения Красноармейское II

№ участка	Год от выработки	Количество видов, шт.	Проектное покрытие, %	Доминирующие виды и их обилие
1	2	3	4	5
8	2007	48	86	Sp-cop₁ - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.); sp - клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.), иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.), мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.); sol-sp - костяника каменистая (<i>Rubus saxatilis</i> L.)
1	2008	14	56	Cop₁ - донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.), клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.); sp-cop₁ - мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.); sp - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)
2	2009	18	85	Cop₁ - клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.), люцерна хмелевидная (<i>Medicago lupulina</i> L.); sp - крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.); sol-sp - нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam.), полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)
3	2010	12	63	Cop₁ - донник белый (<i>Melilotus albus</i> Medik); sp-cop₁ - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.); sp - клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)
4	2014	27	100	Cop₂ - иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.); sp - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.); sol-sp - подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.), вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i> L.)

1	2	3	4	5
5	2014	13	42	Sp - чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i> L.); sol-sp - трехреберник непахучий (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.); Sol gr - мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.), полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.), мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)
6	2015	17	41	Sp-cop1 - клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.); sol-sp - мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.), полевица тонкая (<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.)
7	2016	23	61	Cop1 - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), sp-cop1 - трехреберник непахучий (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.); sp - вика мышиная (<i>Vicia cracca</i> L.); sol-sp - клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)
Склоны	2008 – 2016	29	41	Cop1 - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.); sp - иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.); sol gr - крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.), мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)

Распределение количества видов ЖНП по семействам на участках месторождения Красноармейское II представлено в таблице 4.10.

Среднее проективное покрытие ЖНП на всех исследуемых участках составляет 64%. Этот же показатель для дна карьера (без учета участков с кучами некачественной глины) – 58%, а для склонов – 41%, однако следует отметить, что распределение растительности по склонам очень неравномерное (рис. 4.7.).

На рисунке 4.8. представлено распределение общего проективного покрытия и общей надземной фитомассы ЖНП в сыром и абсолютно сухом со-

стоянии на участках месторождения Красноармейское II. Наибольшее проективное покрытие имеют участки 8, 2, 4. Это можно объяснить их особенностями, приведенными в таблице 4.2.

Таблица 4.10. – Распределение количества видов по семействам на участках Красноармейского II месторождения, шт

Семейство	Номер участка								Склоны
	8	1	2	3	4	5	6	7	
Астровые (<i>Asteraceae</i>)	10	6	4	3	5	4	7	7	8
Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	8	4	6	5	2	2	4	6	5
Вьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i>)	2	-	1	-	1	-	-	-	1
Гераниевые (<i>Geraniaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Гиполеписовые (<i>Hypolepidaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Гречишные (<i>Polygonaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Кипрейные (<i>Onagraceae</i>)	1	1	-	1	1	1	-	1	1
Крапивные (<i>Urticaceae</i>)	-	-	1	-	1	-	1	-	1
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i>)	1	1	-	-	2	1	-	-	1
Маревые (<i>Chenopodiaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Мареновые (<i>Rubiaceae</i>)	2	-	-	-	1	1	-	-	-
Молочайные (<i>Euphorbiaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Мятликовые (<i>Poaceae</i>)	6	1	3	3	2	4	2	4	4
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i>)	2	-	-	-	2	-	-	-	1
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	1	1	1
Розоцветные (<i>Rosaceae</i>)	5	1	1	-	6	-	-	-	3
Сельдерейные (<i>Apiaceae</i>)	1	-	1	-	1	-	-	-	2
Фиалковые (<i>Violaceae</i>)	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Хвощовые (<i>Equisetaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Яснотковые (<i>Lamiaceae</i>)	3	-	1	-	2	-	1	1	1

На участке 3 наибольшее проективное покрытие имеют донник белый (18,8%) и донник лекарственный (12,5%); на участке 1 – донник лекарственный (15,0%). Наибольший процент проективного покрытия (14,1%) на склонах карьера у мать-и-мачехи обыкновенной, особенно много этого растения в нижней части склонов. Однако, наибольшее значение проективного покрытия данного вида наблюдается на участке 7 (16,5%). На участке 2 наибольшее проективное покрытие имеет клевер луговой, он занимает 21,7% площади. На участке 6 наибольший процент проективного покрытия (16,0%) имеет клевер ползучий. На участке 4 – иван-чай узколистный, он занимает более 40%, при этом достигает 170 см в высоту. На участке 8 наибольшее проективное покрытие имеют мать-и-мачеха обыкновенная (10,3%) и мятлик луговой (9,8%).



Рисунок 4.7. – Неравномерное распределение растительности на склонах карьера месторождения Красноармейское II

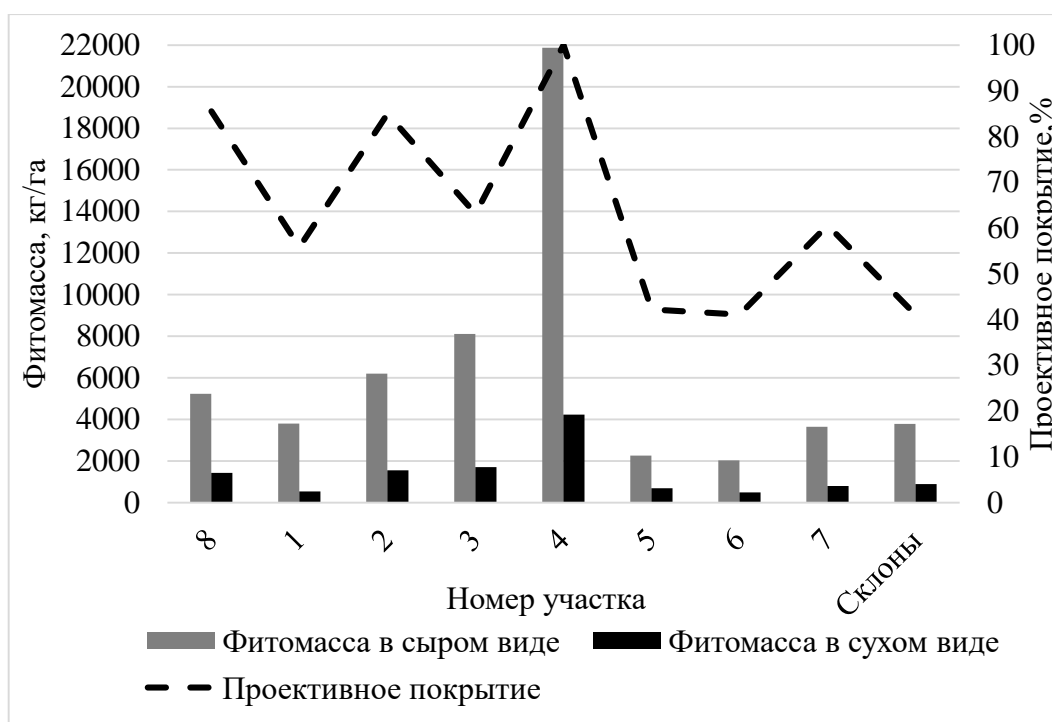


Рисунок 4.8. – Общее проективное покрытие и общая надземная фитомасса ЖНП в сыром и абсолютно сухом состоянии на месторождении Красноармейское II

Наибольшая надземная фитомасса живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии наблюдается на участке 4, данное значение достигается благодаря доминированию иван-чая узколистного - 2559,7 кг/га. Участок 3 имеет довольно большую надземную фитомассу, которую обеспечивают донник белый (846,7 кг/га) и донник лекарственный (396,8 кг/га). На участке 8 и 2 высокие показатели проективного покрытия – 86 и 85% соответственно, но фитомасса при этом небольшая. На участке 8 наибольшую надземную фитомассу имеют виды: иван-чай узколистный – 229,5 кг/га и мятлик луговой – 200,7 кг/га, а на участке 2 – люцерна хмелевидная – 192,3 кг/га, клевер луговой - 572,1 кг/га.

На склонах при общем проективном покрытии ЖНП 41% общая надземная фитомасса всего составляет 889 кг/га, большую часть которой дают иван-чай узколистный – 303,6 кг/га и мать-и-мачеха обыкновенная – 166 кг/га.

Наименьшие значения надземной фитомассы и проективного покрытия наблюдаются на участке 6. Это можно объяснить его периодическим подтоплением и, как следствие, наличием эрозионного процесса. Наибольший вклад в формирование общей надземной фитомассы ЖНП на участке 6 делают трехреберник непахучий – 137 кг/га и клевер ползучий – 148,5 кг/га.

На исследуемых участках карьера месторождения Старковское II было выявлено 76 видов растений из 23 семейств. В таблице 4.11. представлена геоботаническая характеристика на каждом из изучаемых участков месторождения Старковское II. В таблице 4.11. все участки распределены по типу мезорельефа и в хронологическом порядке, по давности прекращения работ.

Как видно из таблицы 4.12, преобладающими семействами являются Астровые, Бобовые, Мятликовые.

Данные о проективном покрытии и общей надземной фитомассе ЖНП на участках месторождения Старковское II представлены на рисунке 4.9. Результаты учета фитомассы по видам представлены в приложении 2. Среднее проективное покрытие ЖНП месторождения составляет 65%.

Таблица 4.11. – Геоботаническая характеристика участков месторождения Старковское II

№ участка	Давность выработки, лет	Количество видов, шт.	Проективное покрытие, %	Доминирующие виды и их обилие
1	2	3	4	5
3	2005	21	98	Cop1-2 - донник белый (<i>Melilotus albus</i> Medik.), мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.); sp-cop1 - клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.), sp- донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> L. Pall.)

1	2	3	4	5
4	2006	21	85	Cop1 -мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), иван-чай узколистый (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.); sp -одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)
7	2007	34	73	Sp-cop1 -клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.); sp -мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.), мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)
2	2008	14	50	Cop1 -мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), Sp - клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.)
6	2015	31	89	Cop1-2 - клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.); sp-cop1 -мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.); sp - люцерна хмелевидная (<i>Medicago lupulina</i> L.)
8	2016	7	42	Sp -клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.), клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.), клевер гибридный (<i>Trifolium hybridum</i> L.)
9	2003	47	86	Sp-cop1 -мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), иван-чай узколистый (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.), sp - мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.), вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)
Склоны	2005-2016	31	50	Sp -cop1 -мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), иван-чай узколистый (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.),
11	2013	28	59	Sp -cop1 -мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.), sp - клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)
10	2003	20	18	Sol-sp - мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.), ястребинка зонтичная (<i>Hieracium umbellatum</i> L.), клевер люпиновый (<i>Trifolium lupinaster</i> L.)

Распределение видов живого напочвенного покрова по семействам на каждом из изучаемых участков месторождения Старковское II представлено в таблице 4.12.

Таблица 4.12. – Распределение количества видов по семействам на группах участков месторождения Старковское II, шт.

Семейство	Номер участка									
	3	4	7	2	6	8	9	11	Склоны	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Астровые (<i>Asteraceae</i>)	13	25	35	7	27	19	35	31	39	5
Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	13	5	20	8	46	9	22	23	5	4
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i>)	-	-	1	-	-	-	1	-	4	-
Гераниевые (<i>Geraniaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Гречишные (<i>Polygonaceae</i>)	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Грушанковые (<i>Pyrolaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Дербенниковые (<i>Lythraceae</i>)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Капустные (<i>Brassicaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Кипрейные (<i>Onagraceae</i>)	1	7	4	-	-	-	6	5	9	1
Крапивные (<i>Urticaceae</i>)	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Ландышевые (<i>Convallariaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i>)	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-
Мареновые (<i>Rubiaceae</i>)	-	2	-	-	-	-	6	-	1	-
Мятликовые (<i>Poaceae</i>)	4	6	10	5	18	7	26	10	12	1
Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i>)	1	3	-	-	-	-	8	1	8	1

Окончание таблицы 4.12.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Осоковые (<i>Cyperaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i>)	-	1	4	2	3	1	1	1	1	1
Рогозовые (<i>Typhaceae</i>)	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Розоцветные (<i>Rosaceae</i>)	1	4	3	-	-	-	16	-	2	3
Сельдерейные (<i>Apiaceae</i>)	1	3	1	-	2	-	2	1	2	1
Фиалковые (<i>Violaceae</i>)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Яснотковые (<i>Lamiaceae</i>)	1	1	2	1	1	-	8	3	-	1

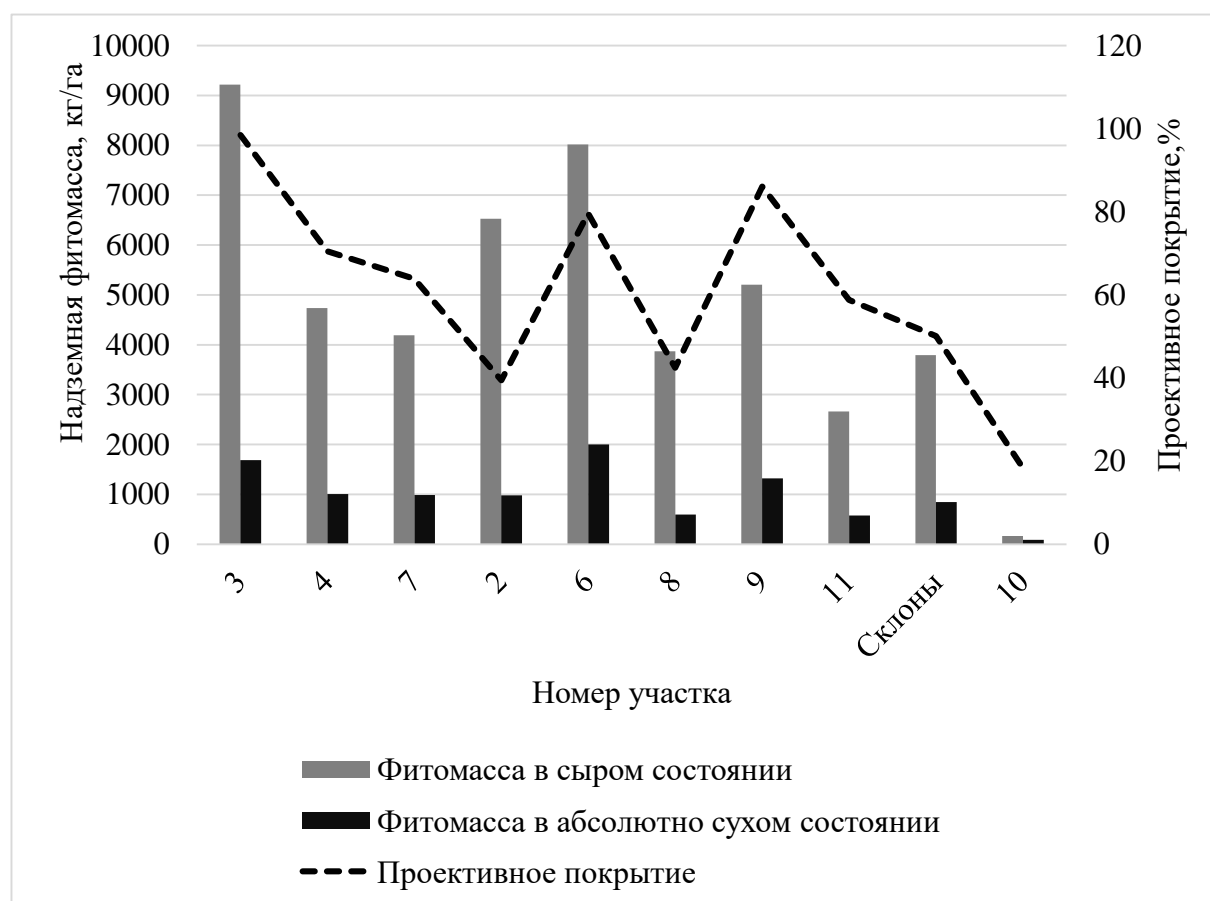


Рис. 4.9. – Проективное покрытие и общая надземная фитомасса ЖНП в сыром и абсолютно сухом состоянии на участках месторождения Старковское II

Наибольшие значения проективного покрытия наблюдаются на участках 3, 6 и 9. Это можно объяснить тем, что данные участки находятся, по отношению к другим площадям, на возвышенных поверхностях и на них не происходит скопление влаги, как например на участках 5, 7, 8. Кроме того, на затпливаемых участках наблюдается эрозионный процесс (рис. 4.10).



Рисунок 4.10. – Эрозионный процесс на участке 2 месторождения Старковское II

Доминирующими видами на всех участках являются иван-чай узколистный, клевер луговой, мать-и-мачеха обыкновенная, мятлик луговой. В таблице 4.13. представлены доминирующие виды на каждом участке месторождения.

При определении проективного покрытия ЖНП на учетных площадках было отмечено, что представители рода Донник (*Melilotus*) встречаются на наиболее уплотненных почвах, а также на участках, где при разработке карьера велась отсыпка колотого кирпича с кирпичного завода для прокладки внутрикарьерных дорог.

На склонах карьера была отмечена мозаичность размещения растительности. Растения размещались группами по всей поверхности склона. На южном и на северном склонах месторождения иван-чай узколистный в некоторых местах имел проективное покрытие более 50% и размещался широкой полосой от верхней до нижней части склона, также как на карьере месторождения Красноармейское II (рис. 4.7.). Это можно связать с тем, что в этих местах происходит намыв более плодородной почвы и семян с верхнего уровня карьера (участок 9).

На месторождении Старковское II наибольшая надземная фитомасса наблюдается на участках, расположенных на дне карьера (рис. 4.9.). Максимальные значения надземной фитомассы в сыром состоянии зафиксированы на участках: 3 (9219,8 кг/га), 2 (6527,9 кг/га), 6 (8017,8), при этом максимальное значение надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии наблюдается на участке 6 (1999,9 кг/га) (таблица 4.14).

На участке 2 наблюдаются высокие показатели надземной фитомассы, но при этом, проективное покрытие ЖНП довольно низкое – 39%. На участке доминирует мать-и-мачеха обыкновенная.

Участок 9 имеет высокий показатель общего проективного покрытия (89%). Надземная фитомасса в сыром состоянии на всем участке 5205,3 кг/га, а в абсолютно сухом 1319,1. Доминантами являются иван-чай узколистный и мятлик луговой.

На участке 11 общее проективное покрытие ЖНП составляет 59%, но при этом надземная фитомасса в сыром и в абсолютно сухом состоянии имеет самые минимальные показатели из всех изучаемых участков – 2661,1 и 848,6

кг/га соответственно. Это объясняется наличием древесной растительности на данном участке.

Таблица 4.13. – Проектное покрытие доминирующих видов ЖНП на участках месторождения Старковское II, %

Видовое название	Номер участка									
	3	4	7	2	6	8	9	11	Скл оны	10
Донник белый (<i>Melilotus albus</i> Medik)	32	0,5	0,7	2,5	5,4	3,0	-	4,0	-	-
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	8,0	-	1,4	-	10,6	2,0	-	-	-	-
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	1,0	18,0	2,6	-	-	-	7,3	1,7	11,9	0,3
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	16,0	0,5	9,6	2,5	26,9	7,0	2,3	11,0	0,3	1,8
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	4,0	-	3,2	0,8	1,6	2,0	-	5,0	-	0,3
Люцерна хмелевидная (<i>Medicago lupulina</i> L.)	5,0	-	5,6	1,7	7,1	-	0,5	1,5	-	-
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	32,0	26,0	6,4	21,7	11,9	2,1	9,9	12,3	12,6	0,5
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	3,0	-	6,8	0,5	6,0	3,0	6,9	1,3	1,1	2,7
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	5,0	6,5	2,1	0,8	0,9	1,8	0,5	2,1	0,8	1

Общий анализ фитомассы и видового разнообразия на участках свидетельствует о том, что происходит довольно интенсивный процесс самозарастания месторождения.

Для изучения естественного восстановления растительности на месторождении огнеупорных глин Троицко-Байновское были выбраны участки, которые находятся в непосредственной близости к рекультивированным площадям (участок II).

На участке 1 при проведении натурного обследования растительности обнаружено не было, в связи с постоянным его подтоплением и наличием интенсивного эрозионного процесса.

Всего на участках карьера 2 и 3 было обнаружено 16 видов растений из 6 семейств. На дне встречается 14 видов, на склонах 12 видов (всего 12 совпадающих видов). В таблице 4.15. представлена геоботаническая характеристика изучаемых участков на Троицко-Байновском месторождении огнеупорных глин.

Семейство Астровые доминирует по количеству видов, а доминирующим по проективному покрытию и надземной фитомассе является семейство Мятликовые.

Доминирующими видами на изучаемых участках являются вейник наземный и иван-чай узколистный. Они встречаются на 1-3% площади, при том, что на 94% площади травянистая растительность полностью отсутствует.

Среднее проективное покрытие ЖНП на месторождении составляет 6,1% (на склонах – 4,2, на дне 7,9 %). ЖНП на участках размещен очень неравномерно и формируется на площадях группами, редко встречаются единичные растения (рис. 4.11.).

В таблице 4.16 представлены показатели встречаемости, обилия видов по шкале О. Друде, проективного покрытия и надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии на 2, 3 и III участках Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин.

Таблица 4.14. – Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии доминирующих видов ЖНП на месторождении Старковское II, кг/га / %

Видовое название	Номер участка									
	2	3	4	6	7	8	9	11	Склоны	10
Донник белый (<i>Melilotus albus</i> Medik.)	<u>80,0</u> 8,2	<u>544,7</u> 32,3	<u>3,0</u> 0,3	<u>263,2</u> 13,16	<u>2,7</u> 0,27	<u>134,7</u> 22,6	-	<u>90,4</u> 15,8	-	-
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	-	<u>90,4</u> 5,4	-	<u>242,0</u> 12,1	<u>10,2</u> 1,0	<u>64,2</u> 10,8	-	-	-	-
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	-	<u>32,1</u> 1,9	<u>304,9</u> 30,	-	<u>46,5</u> 4,7	-	<u>242,6</u> 18,4	<u>7,6</u> 1,3	<u>256,7</u> 30,3	<u>0,29</u> 0,32
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	<u>36,4</u> 3,7	<u>376,8</u> 22,4	<u>4,0</u> 0,4	<u>824,3</u> 41,2	<u>208,8</u> 21,1	<u>38,9</u> 6,53	<u>37,4</u> 2,8	<u>129,9</u> 22,6	<u>1,2</u> 0,1	<u>3,596</u> 3,97
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	<u>4,2</u> 0,4	<u>35,6</u> 2,1	-	<u>22,5</u> 1,1	<u>16,2</u> 1,6	<u>13,8</u> 2,3	-	<u>52,6</u> 9,2	-	<u>0,09</u> 0,10
Люцерна хмелевидная (<i>Medicago lupulina</i> L.)	<u>7,6</u> 0,78	<u>49,4</u> 2,9	-	<u>160,6</u> 8,0	<u>80,8</u> 8,2	-	<u>1,7</u> 0,1	<u>3,7</u> 0,7	-	-
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	<u>561,9</u> 57,5	<u>222,4</u> 13,2	<u>187,9</u> 18,7	<u>84,6</u> 4,2	<u>56,3</u> 5,7	<u>5,1</u> 0,9	<u>70,3</u> 5,3	<u>67,3</u> 11,7	<u>95,3</u> 11,2	<u>1,582</u> 1,75
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	<u>1,1</u> 0,1	<u>51,7</u> 3,07	-	<u>95,8</u> 4,8	<u>114,6</u> 11,6	<u>78,6</u> 13,2	<u>175,3</u> 13,3	<u>4,5</u> 0,8	<u>18,5</u> 2,2	<u>6,552</u> 7,23
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	<u>2,1</u> 0,2	<u>37,5</u> 2,2	<u>28,7</u> 2,9	<u>2,2</u> 0,1	<u>12,1</u> 1,2	<u>3,4</u> 0,6	<u>1,6</u> 0,1	<u>14,5</u> 2,5	<u>3,8</u> 0,5	<u>1,926</u> 2,13

Таблица 4.15. – Геоботаническая характеристика участков Троицко-Бай-новского месторождения огнеупорных глин

№ участка	Давность выработки, лет	Количество видов, шт.	Проектное покрытие, %	Доминирующие виды и их обилие
2	23	14	8	Sol gr - sp - вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth); Sol gr - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), вика мышиная (<i>Vicia cracca</i> L.), клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.), чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i> L.), иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)
3	23	12	4	Sol gr - sp - вейник наземный <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth); Sol gr - мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), вика мышиная (<i>Vicia cracca</i> L.), иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)
III	-	14	11	Sol gr - sp - вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth), ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i> (L.) House)

Вейник наземный и иван-чай узколистный имеют наибольший процент встречаемости на 2 участке, 28 и 15% соответственно. На участке 3 аналогичные виды имеют меньший процент встречаемости – 10%. Значительная часть видов, встречающихся на участках имеет всего 3% (бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), мятлик луговой, тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), нивяник обыкновенный, одуванчик лекарственный, ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.). На участке III наибольший процент встречаемости у вейника наземного и вейника тростникового (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth).



Рисунок 4.11. – Групповое размещение травянистой растительности на карьере Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин

Наибольший показатель обилия по шкале О. Друде на участках 2 и 3 наблюдается у вейника наземного, а на участке III – у вейника тростникового и ортилии однобокой. Единично встречаются на 2 участке одуванчик лекарственный, осот полевой, тысячелистник обыкновенный. На участке 3 – бодяк полевой (*Cirsium arvanse* (L.) Scop.), чина луговая. На III участке – золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), клевер люпиновый, любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.), мятлик луговой, чина луговая.

Таблица 4.16. – Встречаемость, обилие видов проективное покрытие и надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии на участках Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин

Видовое название	2				3				III			
	Встречаемость, %	Обилие по О.Друде	Общее проект. покр., %	Масса сух., кг/га	Встречае- мость, %	Обилие по О.Друде	Среднее про- ект. покр., %	Масса сух. кг/га	Встречае- мость, %	Обилие по О.Друде	Общее проект. покр., %	Масса сух. кг/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvanse</i> (L.) Scop.)	3	Sol	0,2	<u>0,64</u> 1,52	3	Un	0,1	<u>0,04</u> 0,12	-	-	-	-
Вейник наземный (<i>Calamagrostis</i> <i>epigeios</i> (L.) Roth)	28	Sp	3	<u>11,39</u> 27,00	10	Sol-sp	1	<u>11,13</u> 34,50	20	Sol	0,8	<u>1,70</u> 4,23
Вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)	-	-	-	-	-	-	-	-	20	Sol gr - sp	3	<u>12,62</u> 31,42
Вика мышиная (<i>Vicia cracca</i> L.)	8	Sol	1	<u>5,55</u> 13,16	5	Sol	0,4	<u>0,89</u> 2,76	5	Sol	0,8	<u>2,22</u> 5,53
Горец земноводный (<i>Persicaria</i> <i>amphibia</i> (L.) S.F. Gray)	-	-	-	-	3	Sol	0,5	<u>5,63</u> 17,46	-	-	-	-

Продолжение таблицы 4.16.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Грушанка круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> L.)	-	-	-	-	3	Sol	0,3	<u>0,61</u> 1,89	-	-	-	-
Дифазиаструм уплощенный (<i>Diphasiastrum complanatum</i> (L.) Holub)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	Sol	0,4	<u>2,61</u> 6,50
Зимолюбка зонтичная (<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Barton)	-	-	-	-	-	-	-	-	10	Sol	1	<u>4,71</u> 11,72
Золотарник обыкновенный (<i>Solidago virgaurea</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	Un	0,35	<u>0,37</u> 0,91
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	15	Sol	0,6	<u>1,86</u> 4,42	10	Sol	0,6	<u>4,72</u> 14,62	-	-	-	-
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	8	Sol	0,8	<u>4,88</u> 11,55	3	Sol	0,1	<u>2,28</u> 7,07	25	Sol	1	<u>1,65</u> 4,11
Клевер люпиновый (<i>Trifolium lupinaster</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	Un	0,2	<u>0,25</u> 0,63
Любка двулистная (<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	Un	0,3	<u>0,16</u> 0,41
Мать-и-мачеха обыкновен- ная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	5	Sol	0,8	<u>3,39</u> 8,04	5	Sol	0,6	<u>4,98</u> 15,44	-	-	-	-
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	3	Sol	0,1	<u>0,02</u> 0,05	3	Sol	0,1	<u>0,12</u> 0,36	5	Un	0,2	<u>0,17</u> 0,42

Окончание таблицы 4.16.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam.)	3	Sol	0,1	<u>0,94</u> 2,23	-	-	-	-	-	-	-	-
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	3	Un	0,1	<u>0,39</u> 0,92	-	-	-	-	-	-	-	-
Ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i> (L.) House)	3	Sol	0,1	<u>1,17</u> 2,77	-	-	-	-	40	Sol-sp	2	<u>4,6</u> 11,46
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	3	Un	0,1	<u>0,05</u> 0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
Плаун булавовидный (<i>Lycopodium clavatum</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	5	Sol	1,0	<u>8,18</u> 20,36
Тростник южный (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.)	8	Sol	0,7	<u>7,69</u> 18,23	3	Sol	0,1	<u>1,03</u> 3,18	-	-	-	-
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)	3	Un	0,1	<u>0,05</u> 0,12	3	Sol	0,1	<u>0,11</u> 0,34	-	-	-	-
Чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i> L.)	10	Sol	1,0	<u>4,16</u> 9,87	3	Un	0,2	<u>0,73</u> 2,26	5	Un	0,1	<u>0,02</u> <u>0,04</u>
Ястребинка зонтичная (<i>Hieracium umbellatum</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	10	Sol	0,2	<u>0,90</u> 2,25
Итого	-	-	8	<u>42,19</u> 100	-	-	4	<u>32,27</u> 100	-	-	11	<u>40,17</u> 100

Отметим, что при прохождении маршрута, по которому закладывались учетные площадки попадались участки, занятые древесной растительностью. Именно на этих площадях наблюдалось наибольшее проективное покрытие и наибольшая надземная фитомасса ЖНП на 2 и 3 участке. В формирующихся насаждениях встречались следующие виды – чина луговая, ортилия однобокая, вика мышиная, клевер луговой.

Наибольшая фитомасса иван-чая узколистного наблюдается на 3 участке, при том, что проективное покрытие одинаково с участком 2. Экземпляры на участке 3 размещаются группами и имеют высоту около 35 см, а на участке 2 средняя высота примерно 17 см.

Тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) встречается на границах с участком 1, но не подвергается подтоплению, так как располагается на микроповышении

Для оценки видового сходства ЖНП на исследуемых нерекультивированных карьерах рассчитывались коэффициенты сходства по П. Жаккару и Т. Серенсену, результаты представлены в приложении 3. При расчете коэффициента Жаккара между участками наблюдается малое сходство. Только между дном и склонами Троицко-Байновского месторождения отмечается довольно высокое значение сходства 63%.

При расчете коэффициента Серенсена высокие значения сходства от 67 до 77% отмечаются на между участками Троицко-Байновского месторождения, между дном и кучами некачественной глиняной массы Старковского II месторождения, между кучами Старковского II месторождения и склонами Красноармейского II месторождения.

Полученные в ходе исследования данные о доминирующих видах и семействах во время первичной сукцессии, не противоречат результатам исследований других авторов (Смирнов, 1969; Чибрик, Елькин, 1991; Morgenthal et al., 2004; Чибрик и др., 2011; Альберг, 2011; Капелькина, 2012; Prach et al., 2013; Залесов и др., 2016; Šebelíkova et al., 2016; Самыкина, 2016).

Данные Л.М. Хабировой (2017) свидетельствуют о том, что: «С увеличением возраста зарастания карьера уменьшается число представленных в нем видов и семейств». В наших исследованиях такой закономерности установлено не было. При определении зависимости надземной фитомассы от времени выработки участков на исследуемых месторождениях нами был рассчитан коэффициент корреляции. Величина коэффициента составила -0,26, что свидетельствует об очень слабой связи между выбранными показателями (Дворецкий, 1971; Бараз, 2005).

4.3. Распределение видов живого напочвенного покрова по ценотипам в первичных сукцессиях на нарушенных землях

Распределение количества видов по ценотипам на изучаемых участках месторождения Старковское II представлено на рисунке 4.12.

На всех участках месторождения Старковское II кроме 9 и 10, преобладают синантропные виды. Если обратиться к ранее упомянутым источникам в разделе 2.3. (Раменский, 1938, 1971; Баталов и др, 1988; Пасынкова, 1990; Чибрик, Елькин, 1991; Сибирина и др., 2012; Prach et al., 2013; Дамбын, 2015), то именно синантропные виды характерны для для начальных стадий сукцессии.

Максимальное количество видов зафиксировано на участке 3, а минимальное на участке 10. Наибольшее количество луговых видов – на участках 6 и 9, а наименьшее – на участках 3, 4 и 10. Лесолуговых больше на участке 9, а наименьшее количество на участке 8. Максимальное количество лесных видов на участке 9, минимальные – на участках 11 и 6. Лесные виды полностью отсутствуют на участках 3, 2 и 8.

Преобладание синантропных видов на участке 3 может быть объяснено тем, что участок сильно засорен бытовым мусором, а также сорняками с близлежащих садовых товариществ. На данном участке видовое разнообразие представлено преимущественно луговыми синантропами: одуванчик лекарственный, осот полевой, пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), мать-и-

мачеха обыкновенная, донник белый. Также одним из доминирующих видов является клевер луговой.

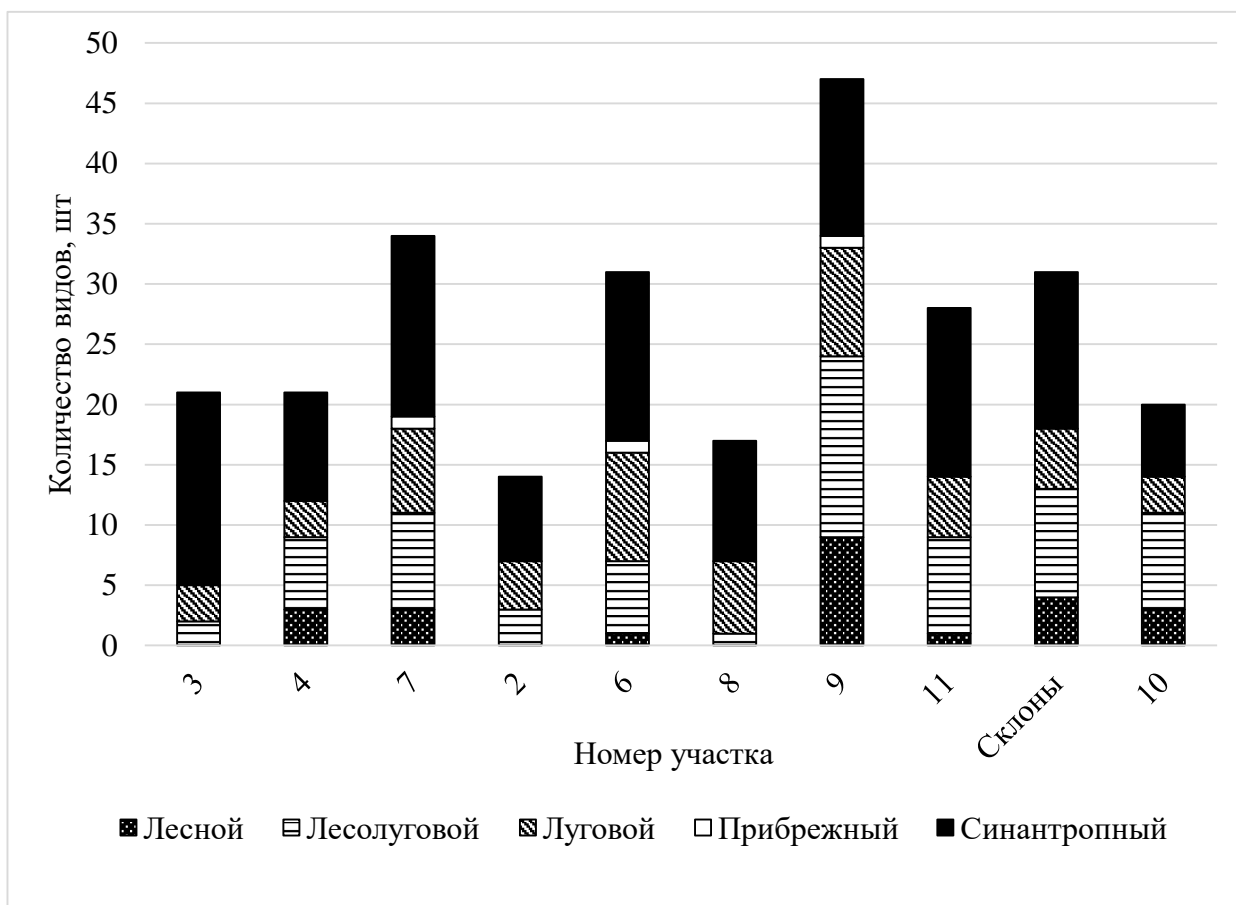


Рисунок 4.12. – Распределение количества видов по ценотипам на участках месторождения Старковское II

Участок 9 имеет наибольшее количество лесолуговых, лесных и луговых видов. Это можно объяснить тем, что участок находится близко к лесному массиву, а также участок довольно хорошо освещен, поверхность участка выровнена. Среди лесных видов преобладают: костяника каменистая и дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.), среди лесолуговых: вейник наземный и подмаренник северный, среди луговых видов мятлик луговой и чина луговая.

На участках 7 и 6, имеющих периодически затапливаемые части, встречается прибрежный вид – рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.), а на участке 9 в пониженной части карьера встречается дербенник иволистный (*Lythrum salicaria* L.).

Склоны месторождения Старковское II преимущественно имеют синантропную растительность, но в расщелинах и на более пологих частях склонов встречаются представители других ценотипов: лесные – медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dumort.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), лесолуговые – полевица тонкая, вейник тростниковый, луговые – нивяник обыкновенный, чина луговая.

Распределение надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии по ценотипам представлено на рисунке 4.13.

Наибольшая доля синантропных видов наблюдается на склонах, а по абсолютным значениям синантропные виды доминируют на участке 3.

Абсолютные значения надземной фитомассы луговых видов наибольшие на участке 6, а вот доля фитомассы данной группы видов больше на участке 8.

На участке 10 в доленом участии доминируют луговые виды, при этом абсолютные значения большие на участке 4. На рисунке 4.12. на участке 3 показаны луговые виды (бедренец камнеломка (*Pimpinella saxifraga* L.), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), а на рисунке 4.13. они не видны, так как их общая надземная фитомасса очень мала – 2,73 кг/га.

Наибольшая надземная фитомасса лесных видов наблюдается на участке 3. На рисунке 4.13. для участков 7, 6 и 11 фитомасса лесных видов не отражена. На участке 7 встречаются виды – вика лесная (*Vicia sylvatica* L.), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.), костяника каменистая – общая надземная фитомасса 4,54 кг/га. На участке 6 – сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) – 0,89 кг/га. На участке 11 – чина весенняя (*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.) – 0,2 кг/га.

Анализ количества видов по ценотипам на участках месторождения Красноармейское II представлен на рисунке 4.14.

Наибольшее количество видов во всех группах ценотипов наблюдается на участке 8. Данный участок не подвергался разработке, поэтому мы считаем, что при анализе данный участок можно приравнять к контролю.

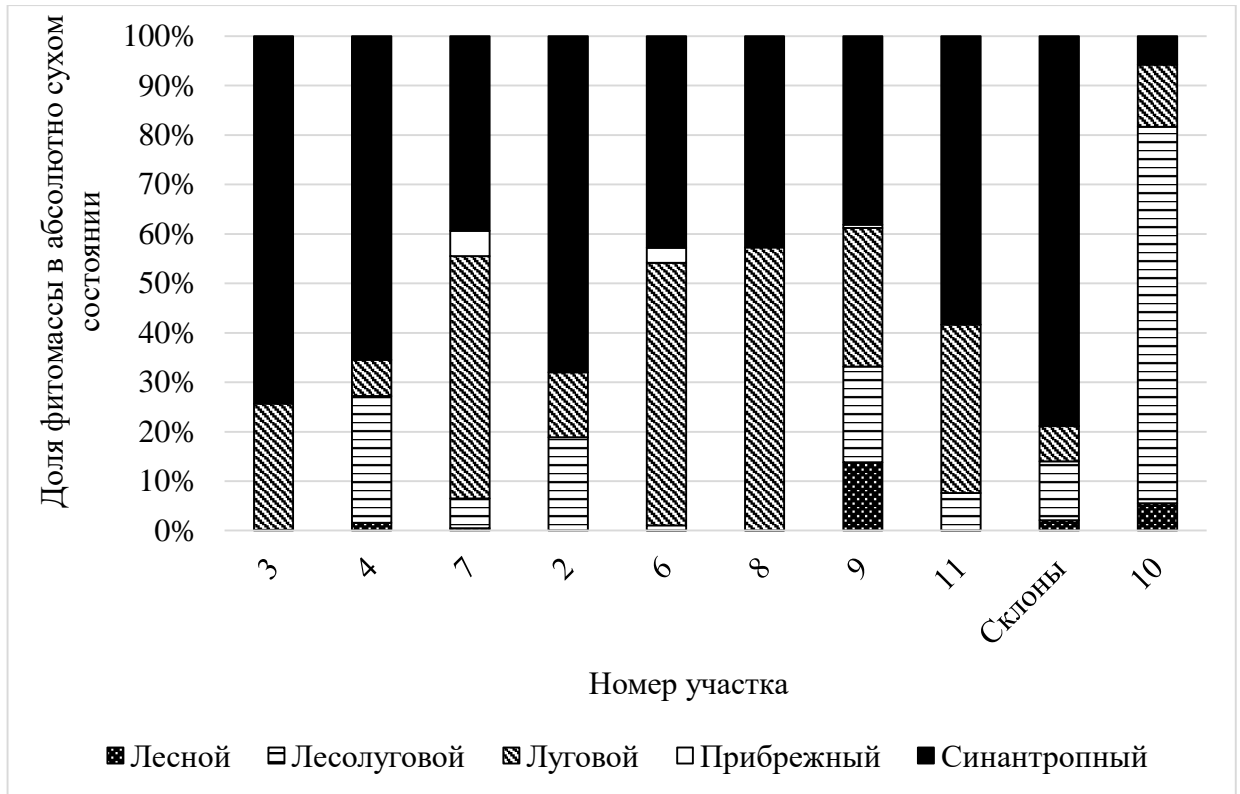


Рисунок 4.13. – Распределение надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии по ценотипам на участках месторождения Старковское II

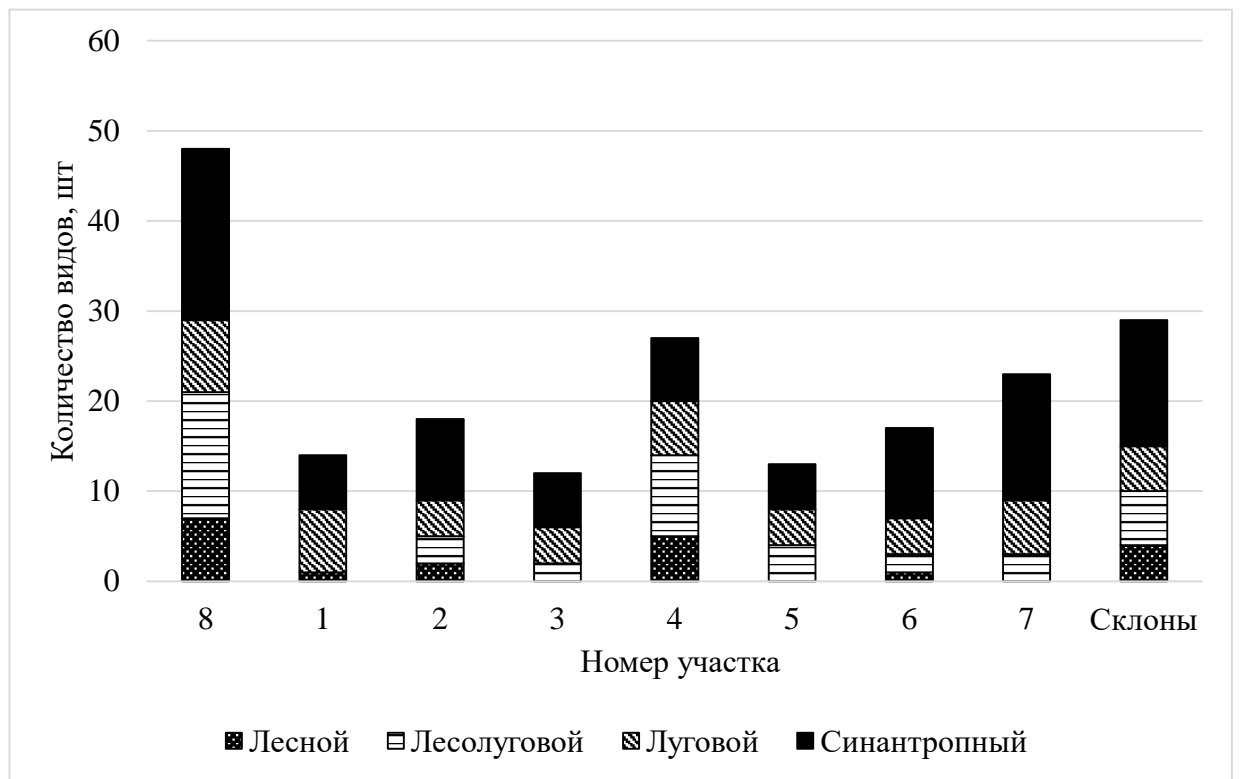


Рисунок 4.14. – Распределение количества видов по ценотипам на участках месторождения Красноармейское II

Равное количество синантропных видов встречается на участке 7 и склонах. Отметим, что доминирующими синантропными видами, встречающимися на большей части участков, являются: мать-и-мачеха обыкновенная, полынь обыкновенная, иван-чай узколистный.

Наибольшее количество луговых видов встречается на участке 1. Доминирующими луговыми видами, встречающимися на значительной части площадей, являются: клевер луговой, мятлик луговой, нивяник обыкновенный.

Наибольшее количество лесолуговых видов встречается на участке 4. Наиболее часто встречаемый лесолуговой вид – черноголовка обыкновенная.

Лесные виды доминируют на участке 4. Среди лесных видов, встречаемых на участках, доминирует костяника каменистая. Наличие лесных видов на участке 4 можно объяснить тем, что кучи, которые образуют участок, были сформированы из верхнего плодородного слоя почвы, снятого при разработке более поздних участков.

На рисунке 4.15 представлено распределение надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии по ценотипам на участках месторождения Красноармейское II.

Наибольшая фитомасса синантропных видов наблюдается на участке 4, а наименьшая на участке 5 и составляет всего 28,08 кг/га.

Масса луговых видов преобладает на 2 участке, а наибольшая доля этой же группы на участке 1. Луговые виды представлены - клевером луговым, трехреберником непахучим, клевером средним (*Trifolium medium* L.), чиной луговой, ячменем гривастым (*Hordeum jubatum* L.).

Доля лесолуговых видов больше на участке 5. Лесных видов по массе больше всего на 4 участке, а по доле на 8. Лесолуговые виды представлены следующими видами: клевер люпиновый, вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.), подмаренник северный, полевица тонкая. Лесные виды представлены следующими видами: земляника лесная, костяника каменистая, сныть обыкновенная. На участках 3, 5 и 7 лесные виды полностью отсутствуют.

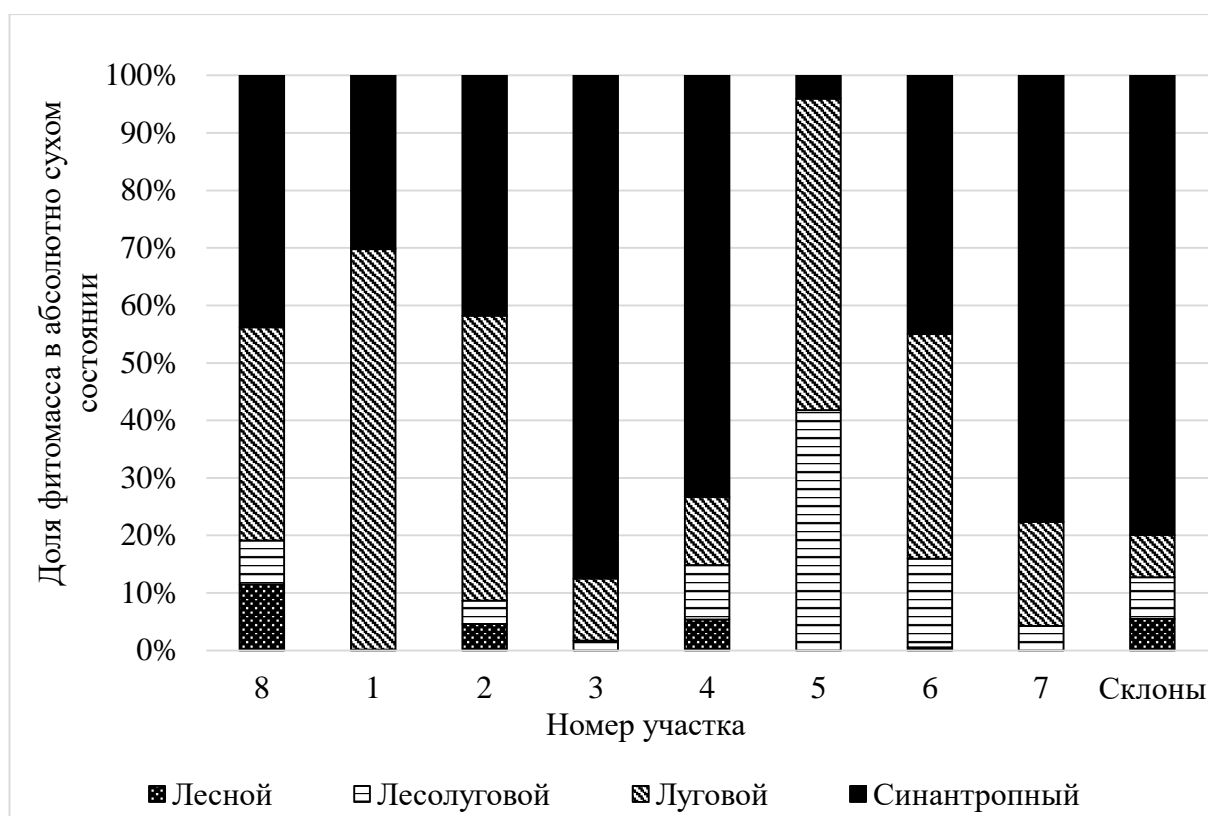


Рисунок 4.15. – Распределение фитомассы в абсолютно сухом виде по ценотипам на участках месторождения Красноармейское II

Преобладание в долевом участие синантропных видов на участке 3 можно объяснить его характеристикой, представленной в таблице 4.2.

На склонах наибольшую долю надземной фитомассы составляют синантропные виды. Как упоминалось в разделе 4.2. на склонах растительность располагается неравномерно и встречаются участки, где совсем отсутствует растительность, а встречаются, где проективное покрытие более 80 % (участки с намытым почвогрунтом с неразрабатываемых участков). На участках, с большим проективным покрытием ЖНП произрастают: крапива двудомная, донник белый, иван-чай узколистый. На участках, с низким проективным покрытием - мать-и-мачеха обыкновенная, иван-чай узколистый.

Распределение видов живого напочвенного покрова на участках Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин по ценотипам представлено на рисунке 4.16.

Наибольшее количество синантропных и луговых видов произрастает на участке 2. На участках 2 и 3 из-за схожего видового состава ЖНП количество видов по ценотипам почти одинаково. Для проведения более детального анализа нами было проведено сравнение с рекультивированными участками, находящимися на изучаемом месторождении.

Участок 2 и участок III имеют одинаковое количество видов, но участки отличаются между собой по составу видов в ценотических группах. На участке III преобладают луговые виды, в то время, как на участке 2 – синантропные. При этом, на участке III лесных видов больше, чем на других участках.

Распределение надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии по ценотипам на участках Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин приведено на рисунке 4.17.

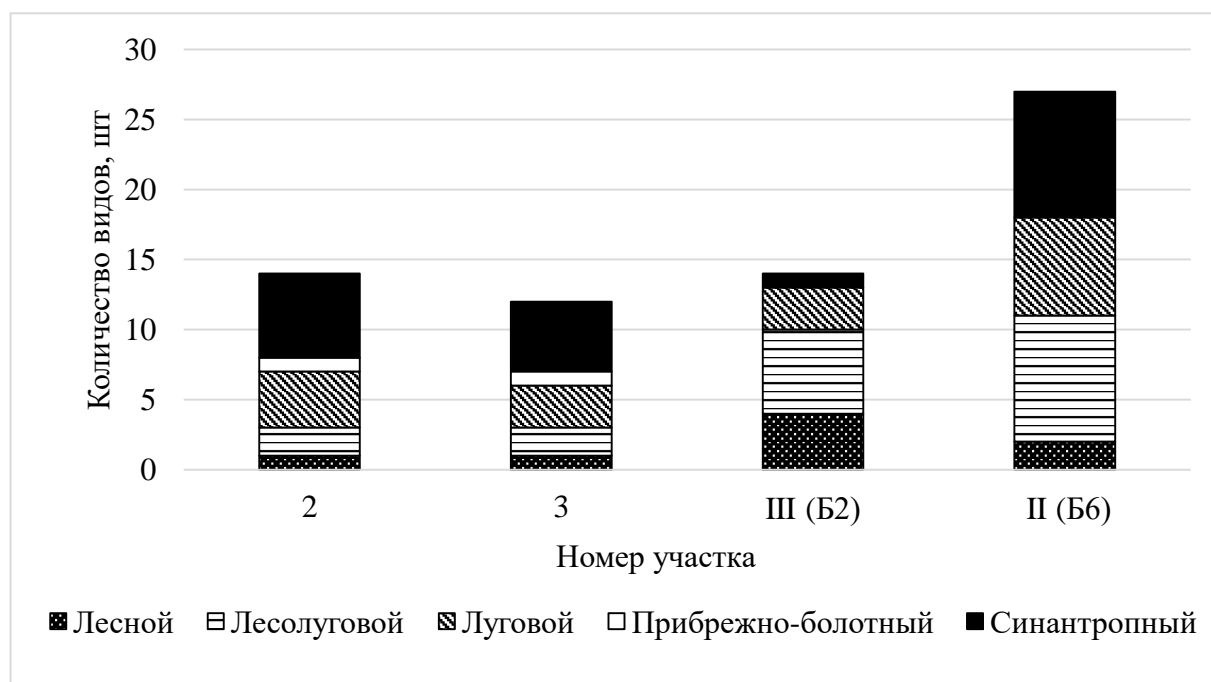


Рисунок 4.16. – Распределение количества видов по ценотипам на участках Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин

Доля надземной фитомассы синантропных видов в абсолютно сухом состоянии преобладает на участке 3. Доминирующими синантропными видами на участке 2 являются: мать-и-мачеха обыкновенная и вика мышиная, на

участке 3 – мать-и-мачеха обыкновенная, на участке III - вика мышиная, а на рекультивированном участке II - иван-чай узколистный.

Отметим, что луговые виды, среди рассматриваемых участков, преобладают на участке II. По надземной фитомассе доминируют следующие виды: на участке 2 и 3 - чина луговая, на участках II и III- клевер луговой.

Среди нереккультивированных участков лесолуговые виды преобладают на участке 2. Доминирующими лесолуговыми видами на участках являются: на участках 2, 3 и III - вейник наземный, на участке II - вейник тростниковый.

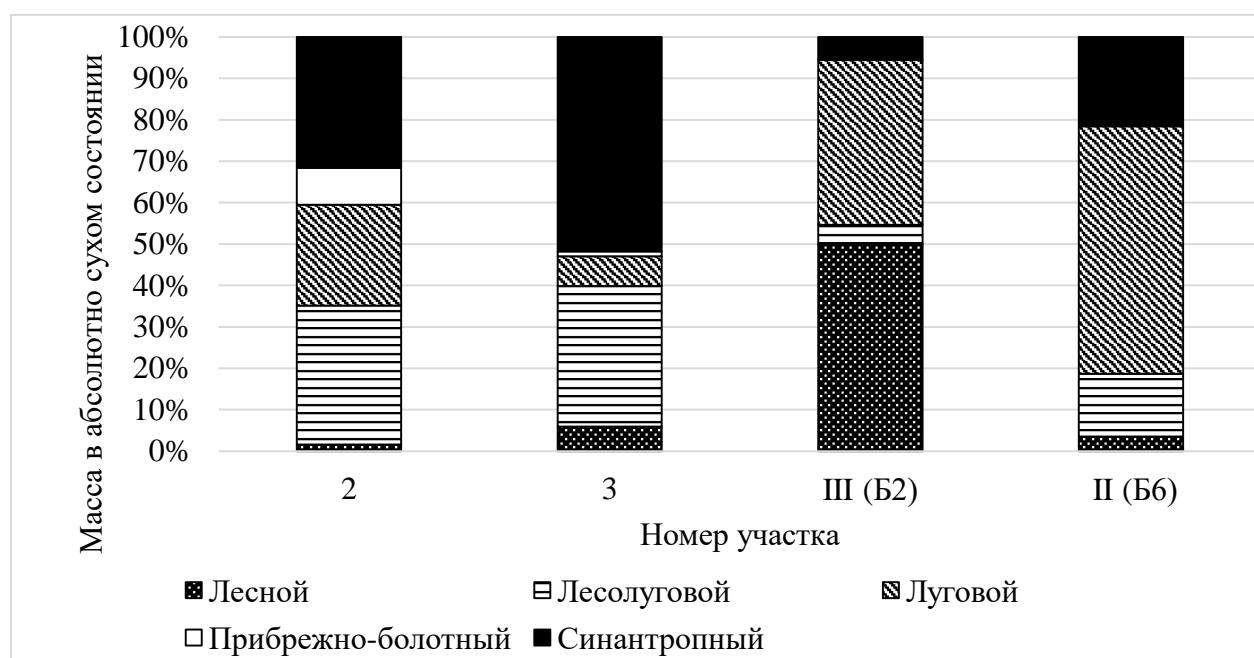


Рисунок 4.17. – Распределение надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии по ценотипам на участках Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин

На участке III был проведен технический этап рекультивации и в дальнейшем он был оставлен под естественное зарастание. Наибольшее количество на площади составляют лесные виды.

Доминирующие лесные виды на участке 2 – ортилия однобокая, на участке 3 – грушанка круглолистная, на участке II – зимлюбка зонтичная, на участке III - костяника каменистая.

Сравнение рекультивированных и некультивированных участков позволило проследить следующую закономерность – при проведении лесохозяйственной рекультивации увеличивается количество видов, надземная фитомасса ЖНП. При проведении технического этапа рекультивации – увеличивается доля лесных видов и сокращается доля синантропных, но показатели в разы отличаются от участков с культурами. На участках, на которых не проводились работы по рекультивации, наблюдается скудная и малочисленная растительность и наличие активного эрозионного процесса.

4.4. Формирование древесной растительности при естественном зарастании нарушенных земель

На карьере месторождения Красноармейское II на всех участках, за исключением склонов северной части карьера, наибольшая доля подроста представлена мелким подростом. Его доля составляет от 50 (участок 1) до 97% (участок 6).

Средний возраст мелкого подроста на карьере месторождения Красноармейское II – 3 года. Средний возраст среднего подроста варьирует от 5 (участок 3) до 9 лет (склоны северной части карьера). Этот же показатель для крупного подроста составляет на различных участках от 8 до 10 лет.

Наибольшая доля крупного подроста наблюдается на склонах северной части карьера и на участке 8 – 38 и 14% соответственно. На остальных участках карьера доля крупного подроста составляет от 0 до 4%, причем его доля сокращается при переходе от северной (выработанной в 2008 году) к южной (выработанной в 2016 году) части карьера. За 13 лет, прошедших с момента выработки северной части карьера, на дне выработки накоплено всего 1,4 (участок 1) и 0,3 (участок 2) тыс. шт./га крупного подроста сосны и березы, в то время как на склонах этих участков насчитывается 7,2 тыс. шт./га крупного подроста. При этом общее количество подроста на дне в северной части карьера вдвое больше, чем на склонах. Аналогичная ситуация наблюдается в южной части карьера: средняя густота подроста на дне участков 6 и 7 составляет

21,9 тыс. шт./га (по большей части за счет подроста ивы), а на склонах – всего 5,6 тыс. шт./га, но при этом на дне крупного подроста не зафиксировано, а на склонах уже имеется крупный подрост в количестве 0,2 тыс. шт./га. Вероятно, это объясняется периодическими весенними подтоплениями дна карьера, которые приводят к гибели или замедлению роста подроста.

В целом, на карьере месторождения Красноармейское II имеется довольно большое количество подроста на всех участках и склонах (таблица 4.17.), но накопление крупного подроста на дне карьера затруднено.

Согласно требованиям действующих нормативных документов (Об утверждении Правил ..., 2020) для перевода участков в покрытие лесной растительностью земли необходимо наличие подроста сосны обыкновенной в количества 2,0 тыс. шт./га высотой 1,2 м в возрасте 8 лет. Материалы таблицы 4.17. свидетельствуют, что спустя 13 лет после завершения добычи глины все участки карьеров месторождения Красноармейское II по количеству подроста можно перевести в покрытие лесом земли. В пользу сделанного вывода свидетельствуют также высокие показатели встречаемости подроста сосны. Только на участке 7 и склонах участка 3 встречаемость подроста сосны менее 60%.

Наиболее успешно процесс естественного лесовосстановления идет на пологом склоне северной части карьера и на участке 8, с которого был снят верхний плодородный слой, но добыча глины не велась.

Данные о количестве подроста на карьере месторождения Старковское II приведены в таблице 4.18.

Наши исследования (Зарипов и др., 2020), проведенные в 2018 году, показали, что на выработанном карьере кирпичных глин месторождения Старковское II (на участках 1а, 1б, 4, 9) формируются сосновые насаждения с примесью березы, осины и ивы. При этом в возрасте 8-10 лет, они имели среднюю высоту 2,1-2,5 метров и густоту главной породы от 7,4 до 30,6 тыс. шт./га. В 2021 году на участках 1б и 10 были заложены еще 2 пробные площади (А10 и А11). Таксационные показатели древостоев данных участков приведены в приложении 1.

Таблица 4.17. – Количество всходов и подроста на участках карьера месторождения Красноармейское II

№ участка	Порода	Всходы		Подрост*	
		Густота, тыс. шт./га	Встречаемость, %	Густота, тыс. шт./га	Встречаемость, %
1	Сосна	1,8	45	16,5	70
	Береза	10,7	30	9,6	55
	Ива	-	-	5,7	45
2	Сосна	5,0	75	12,6	100
	Береза	22,2	63	4,7	38
	Осина	2,5	13	3,8	38
	Ива	-	-	10,0	50
3	Сосна	6,3	53	11,5	80
	Береза	9,5	20	3,9	33
	Ива	-	-	0,3	7
6	Сосна	8,1	63	13,4	100
	Береза	20,6	63	2,0	38
	Осина	-	-	1,1	25
	Ива	-	-	23,1	50
7	Сосна	1,1	30	3,0	43
	Ива	-	-	1,1	30
8	Сосна	3,5	35	13,7	85
	Береза	4,9	30	6,0	60
	Осина	3,8	25	3,9	30
	Ива	-	-	0,3	5
Склоны участков 1 и 2	Сосна	1,0	13	9,5	67
	Береза	0,8	7	4,3	27
	Осина	-	-	0,9	20
	Ива	-	-	1,5	27
Склоны участка 3	Сосна	4,2	47	9,8	53
	Береза	1,3	7	4,5	27
	Осина	-	-	0,1	7
Склоны участков 6 и 7	Сосна	5,0	60	4,9	67
	Береза	-	-	0,2	7
	Осина	-	-	0,2	7
	Ива	-	-	0,3	7

*В пересчете на крупный жизнеспособный подрост

При среднем возрасте 13 лет естественный древостой (ПП А11) имеет среднюю высоту преобладающей породы 5,1 м, средний диаметр 4,3 см и запас 38 м³/га, а культуры сосны (ПП А10) имеют среднюю высоту 2,7 м, средний диаметр 2,2 см и запас 9 м³/га. Таким образом естественный сосняк, произрастающий на участке с которого был убран плодородный горизонт (А₁), превосходит искусственный древостой по запасу более чем в 4 раза. Вероятно, это можно объяснить тем, что естественный древостой произрастает на более плодородном горизонте В, в то время как культуры сосны были посажены на смешанных горизонтах В и С (материнская порода). Горизонт В под участком 10 можно отличить по более темной окраске (рис. 4.18.).

Различия по густоте в большую сторону по сравнению с данными 2018 года (Зарипов и др., 2020) на ПП А10 можно объяснить тем, что в обоих случаях закладывалась временная пробная площадь, и границы их не совпали. В обычных культурах это бы не сильно повлияло на результаты, однако особенность рассматриваемых лесных культур заключается в том, что в них в большинстве случаев было посажено от 2 до 6 семян, которые прижились и продолжают расти (рис. 4.19.). При такой различной густоте посадки таксационные показатели древостоев будут близки только в том же месте, если пробная площадь закладывается в том же самом месте, где и в прошлый раз.

Если же сравнивать рост лесных культур ПП А10 с естественным древостоем, произрастающим в похожих почвенных условиях (участок 1а), то различия в росте будут в пользу культур (Зарипов и др., 2020).

Следует отметить также различия в количестве подроста по сравнению с данными 2018 года. В 2021 году подроста было зафиксировано меньше.

Объяснить снижение количества подроста можно аномально высокой температурой воздуха, которая продолжительное время наблюдалась в Свердловской области весной и летом 2021 года, в результате которой значительная часть всходов и подроста погибла.



Рисунок 4.18. – Древесная растительность на участках 2 и 10 (участок 2 на ближнем фоне, участок 10 на возвышенности)



Рисунок 4.19. – Посадочные места с несколькими деревьями в 13-летних культурах, ПП А10

Касательно отсутствия всходов и подроста на участке 5, можно заключить, что они по-прежнему отсутствуют, вероятно по причине периодического подтопления данного участка. Малое количество подроста на участке 7 также объясняется его частичным подтоплением. Причиной отсутствия древесных и кустарниковых растений на участке 3 может быть значительное развитие живого напочвенного покрова, который имеет проективное покрытие 98,5%, а также тот факт, что местное население использует этот участок в качестве свалки и значительная часть участка скрыта под кучами мусора (рис. 4.20.).

Наиболее представленная категория подроста, произрастающего на карьере месторождения Старковское II, по крупности – мелкий, по жизнеспособности – жизнеспособный. На участках где есть подрост, доля мелкого подроста составляет от 98% (на участке 8) до 50% (на участке 7). Наибольшая доля крупного подроста, наблюдается на участке 7 – 17%. Средний возраст мелкого подроста на большинстве участков карьера месторождения Старковское II составляет 3...4 года. Наибольший средний возраст мелкого подроста зафиксирован на участке 2 – 7 лет. Средний возраст среднего подроста варьирует от 5 до 11 лет. Наименьший возраст зафиксирован на участке 8, а наибольший – на участке 11. Средний возраст крупного подроста на различных участках составляет 8...12 лет.

На момент исследований лучше всего процесс лесовосстановления на карьере месторождения Старковское II протекает (по мере убывания) на участках 10, 9, 11, 4, 16; несколько хуже – на участках 2, 8, 6, 7 и на склонах карьера; не происходит – на участках 3 и 5. На лучших участках либо не велась добыча глины, либо производилось выполаживание склона, либо были посажены лесные культуры. На худших участках наблюдается периодическое подтопление, либо зарастание площади живым напочвенным покровом.

Количество подроста на выположенном склоне карьера (участок 11) значительно (для сосны и осины почти в 4 раза, для березы в 10 раз) превосходит данный показатель для невыположенных склонов, что свидетельствует об эффективности данной меры при рекультивации карьера.

Таблица 4.18. – Количество всходов, подроста и подлеска на участках карьера месторождения Старковское II

№ участка	Порода	Всходы		Подрост*	
		Густота, тыс. шт./га	Встречаемость, %	Густота, тыс. шт./га	Встречаемость, %
2	Сосна	12,2	100	11,1	100
	Береза	11,9	63	16,1	88
	Ива	-	-	18,8	63
3	Древесные и кустарниковые растения отсутствуют				
5	Древесные и кустарниковые растения отсутствуют				
6	Сосна	5,0	70	5,4	60
	Береза	-	-	8,3	40
	Ива	-	-	5,0	10
7	Сосна	3,4	36	4,2	45
	Береза	-	-	5,4	27
	Ива	-	-	0,7	10
	Ракитник	-	-	1,6	20
8	Сосна	9,0	60	11,5	80
	Береза	9,8	20	3,4	40
	Ива	-	-	4,0	30
9	Сосна	5,0	40	12,4	80
	Береза	10,5	40	2,2	40
	Осина	4,5	20	4,3	53
	Ракитник	-	-	0,5	7
11	Сосна	1,8	30	11,2	80
	Береза	5,5	40	12,2	80
	Осина	0,5	10	4,0	40
	Ива	-	-	17,8	70
Склоны карьера	Сосна	5,5	50	4,5	75
	Береза	1,0	10	1,2	25
	Осина	-	-	0,9	20
	Ива	-	-	0,8	10
	Ракитник	-	-	0,3	5

*В пересчете на крупный жизнеспособный подрост



Рисунок 4.20. – Бытовой мусор в карьере месторождения Старковское II

Особо следует отметить, что при отсутствии подтопления количество подроста сосны превышает нормативные показатели для перевода участков в покрытые лесом земли (Об утверждении Правил ..., 2020). Наличие всходов сосны обыкновенной на всех исследуемых не подтапливаемых участках свидетельствует что лесовосстановительный процесс продолжается даже при встречаемости подроста 60% и более. К недостаткам естественного зарастания карьеров древесной растительностью можно отнести растянутость данного процесса во времени и необходимость проведения рубок ухода, направленных на формирование нужного состава древостоев.

В пользу создания лесных культур на карьерах, помимо более быстрого вовлечения нарушенных земель в хозяйственный оборот, свидетельствует тот факт, что в них люди не выбрасывают мусор из-за невозможности заезда в них

на автомобиле. Таким образом, одним из возможных способов борьбы с незаконным выбросом мусора может стать повсеместное создание лесных культур на выработанных карьерах и прилегающих к ним территориях.

Данные о количестве подроста и всходов на участках карьера месторождения Троицко-Байновское приведены в таблице 4.19.

Наибольшая доля подроста на Троицко-Байновском месторождении огнеупорных глин относится к категории мелкий. На участке 2 его доля составляет 56%, а на участке 3 – 49%. Средний возраст мелкого подроста составляет 5 лет. Доля крупного подроста на участках 2 и 3 составляет 21 и 16% соответственно. Средний возраст крупного подроста составляет 12 лет.

Количество подроста в карьере Троицко-Байновского месторождения значительно меньше, чем в карьерах кирпичных глин. Это можно объяснить его значительно большим размером (как по глубине, так и по площади), а также гораздо более выраженными эрозионными процессами.

На участке 2 карьера Троицко-Байновского месторождения (рис. 4.21.) имеются два небольших выровненных и при этом незатапливаемых участка, на которых сформировались насаждения с преобладанием сосны. Средний возраст деревьев на этих участках – 20 лет. Данный факт свидетельствует о принципиальной возможности лесовосстановления в данном карьере.

Другими словами, даже если выработанные карьеры добычи глины оставляются под естественное зарастивание, необходим технический этап рекультивации, заключающийся в выравнивании (планировке) дна карьера, сглаживании откосов и обеспечении сбора воды в самую глубокую часть карьера, используемую в качестве пожарного водоема. Недопустимо затопление участков, планируемых под лесовосстановление. Кроме того, желательна отсыпка поверхности карьера слоем почвогрунта, что ускорит его зарастание древесной и травянистой растительностью.

Таблица 4.19. – Количество всходов и подроста на участках карьера месторождения Троицко-Байновское

№ участка	Порода	Всходы		Подрост*	
		Густота, тыс. шт./га	Встречаемость, %	Густота, тыс. шт./га	Встречаемость, %
1	Растительность отсутствует				
2	Сосна	1,2	12	1,3	50
	Береза	-	-	1,0	20
	Осина	0,7	5	2,2	48
	Ива	-	-	0,8	8
3	Сосна	0,3	8	0,3	28
	Береза	0,1	3	1,2	23
	Осина	0,1	3	0,7	10

*В пересчете на крупный жизнеспособный подрост



Рисунок 4.21. – Троицко-Байновское месторождение огнеупорных глин

На рисунке 4.22. представлены данные о густоте подроста и проективном покрытии ЖНП на нерекультивированных участках рассматриваемых карьеров по добыче глины. Какой-либо определенной зависимости количества подроста от проективного покрытия ЖНП не наблюдается.

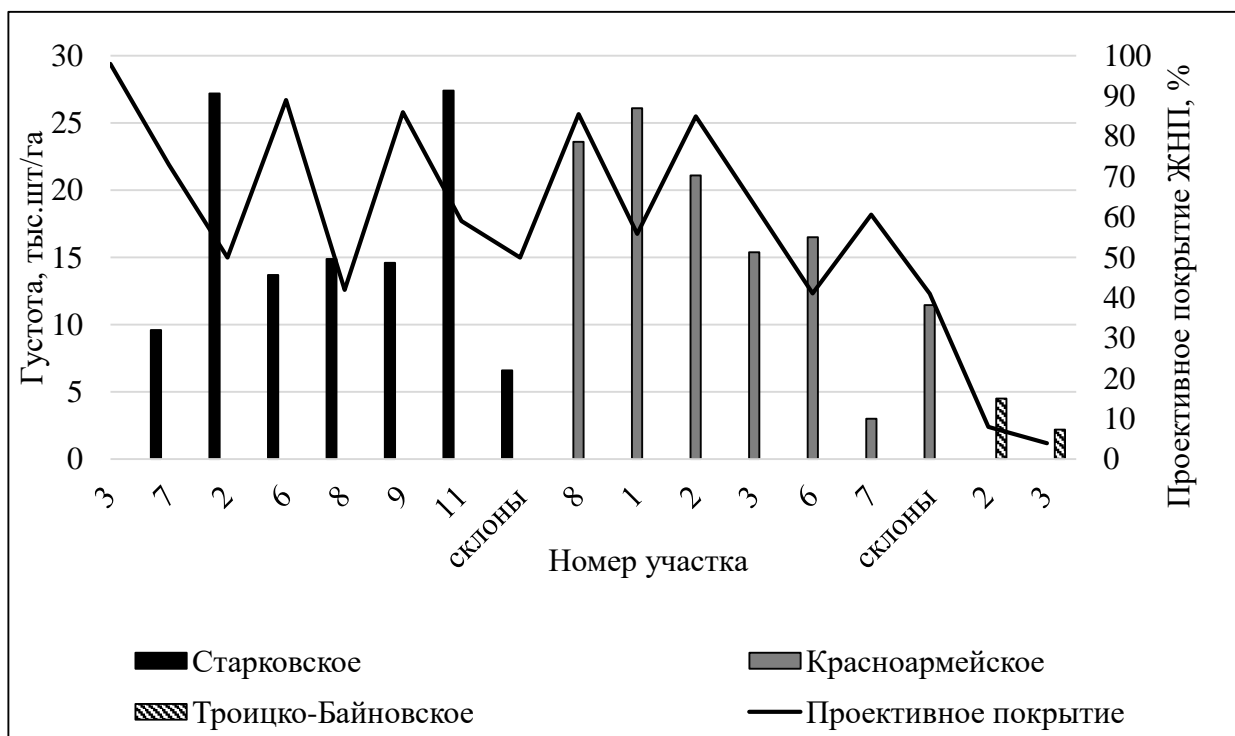


Рисунок 4.22. – Густота подроста и проективное покрытие ЖНП на нерекультивированных участках карьеров по добыче глины

Выводы

1. Исследование естественного зарастания нарушенных земель осуществлялось на месторождениях кирпичных глин Красноармейское II, Старковское II и на месторождении огнеупорных глин Троицко-Байновское. Все рассматриваемые нарушенные объекты находятся на территории Сухоложского лесничества, что позволяет сделать вывод о сходных климатических условиях, в которых происходит процесс формирования растительности на нарушенных землях.

2. Изучаемые месторождения были выработаны в период с 1998 года (Троицко-Байновское месторождение огнеупорных глин) по 2016 год (место-

рождение Красноармейское II и Старковское II). Участки месторождений, рассматриваемые в данной главе, не рекультивированы, поэтому на них наблюдается процесс естественного зарастания.

3. На месторождениях Красноармейское II и Старковское II происходит формирование первичных сукцессий за счет травянистой растительности. На месторождении Красноармейское II зафиксировано 69 видов растений, на месторождении Старковское II – 76 видов. Доминирующими семействами на месторождениях являются: Астровые, Бобовы, Мятликовые, Розоцветные. На большей части участков месторождений доминируют синантропные виды – мать-и-мачеха обыкновенная, иван-чай узколистый, бодяк полевой, донник белый, донник лекарственный.

4. На Троицко-Байновском месторождении первичная сукцессия начинается с древесно-кустарниковой растительности. На месторождении было зафиксировано 16 видов травянистых растений. Доминирующими семействами являются Астровые, Мятликовые.

5. На месторождении Красноармейское II и Старковское II близкие показатели проективного покрытия ЖНП 64 и 65%. На Троицко-Байновском месторождении проективное покрытие ЖНП не превышает 6%. Наибольшее проективное покрытие, количество видов и надземная фитомасса на всех месторождениях отмечается на дне выработанных карьеров.

6. Низкие показатели проективного покрытия и надземной фитомассы ЖНП, а также количества всходов и подроста на ряде участков карьеров месторождений Красноармейское II и Старковское II объясняются их периодическим затоплением.

7. На участках со свалками бытового мусора, а также на участках складирования некачественной глиняной массы, смешанной с верхним слоем почвы, наблюдается высокий процент проективного покрытия ЖНП 80-98%.

8. По мере увеличения давности окончания работ по добыче глины видовой состав и надземная фитомасса ЖНП возрастают. Доминирование в составе ЖНП видов семейства Бобовые позволяет использовать выработанные карьеры для выпаса скота и (или) заготовки кормов.

9. На большей части площадей наблюдается малое сходство видов растительности от 20 до 64 %. По коэффициенту Серенсена большое сходство имеют участки Троицко-Байновского месторождения, дно и кучи некачественной глиняной массы Старковского II месторождения, кучи Старковского II месторождения и склоны Красноармейского II месторождения.

10. В составе древесно-кустарниковой растительности на выработанных карьерах встречаются: береза повислая, береза пушистая, сосна обыкновенная, осина, ива серая и козья, ракитник русский.

11. Процесс естественного возобновления на карьерах по добыче глины протекает более успешно при условии, если на них производили выполаживающие склонов или наносили на поверхность почвогрунт.

12. На всех месторождениях преобладает жизнеспособный мелкий подрост. Средний возраст мелкого подроста составляет от 3 до 5 лет, среднего – от 5 до 11 лет, крупного – от 8 до 12 лет. Накопление крупного подроста происходит медленными темпами.

13. Наибольшее количество жизнеспособного подроста встречается на выположенных склонах и на участках, где не велась разработка сырья. Периодически-затапливаемые участки имеют наименьшее количество подроста.

14. На дне карьера Троицко-Байновского месторождения 32% подроста отнесено к категории сомнительного. Также для данного месторождения характерно групповое размещение растительности и наличие эрозионных процессов.

ГЛАВА 5. ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ВЫРАБОТАННЫХ КАРЬЕРОВ ПО ДОБЫЧЕ ГЛИНЫ

5.1. Характеристика рекультивированных карьеров

Исследование процессов восстановления растительности после рекультивации нарушенных земель осуществлялось на месторождениях кирпичных (месторождения Красноармейское I, Старковское I, Старковское II, Нижне-рефтинское) и огнеупорных (месторождения Троицко-Байновское, Курьинское) глин.

При составлении характеристики объектов использовались материалы таксации Сухоложского лесничества, архивные документы организаций, занимавшихся разработкой карьеров, а также данные натурного обследования.

5.1.1. Месторождение Красноармейское I

Месторождение кирпичных глин Красноармейское I расположено рядом с западной частью города Асбест, в границах 65 квартала Асбестовского участка Асбестовского участкового лесничества Сухоложского лесничества.

Месторождение впервые было разведано в 1968 году. Разработка месторождения Красноармейское I начата в 1971 году. В период разработки неоднократно проводилась эксплуатационная разведка.

Абсолютные отметки поверхности на месторождении изменяются от 222 до 235 м. Общий уклон поверхности на восток, величина его составляет 0,019%. Превышение поверхности месторождения над уровнем воды в пруде от 12 до 25 м.

На площади месторождения специальных гидрогеологических работ не проводилось, поскольку продуктивная толща полностью находится в зоне аэрации. Предельные значения естественной (относительной) влажности равны 12,7...31,2%. В приповерхностном слое глубины 2 м величина относительной влажности в среднем не превышает 16,5 %.

Полезная толща месторождения была сложена бурыми и аллювиальными и делювиальными глинами четвертичного возраста, и элювиальными порошковатыми глинами, являющимися продуктом выветривания подстилающих коренных пород. Элювиально-делювиальные отложения представлены глинисто-щебенистым материалом небольшой мощности.

Неологическое строение месторождения представляется в следующем виде (сверху вниз):

- а) почвенно-растительный слой, мощностью 0,1-0,2 м;
- б) супесь или глинистый песок с галькой кварца, средней мощностью равной 0,4 м;
- в) бурые аллювиально-делювиальные глины плотные, пластичные, иногда с галькой кварца или щебенкой подстилающих коренных пород, средняя мощность равна 2,2 м;
- г) глины элювиальные желтовато-серого, серого или зеленовато-серого цвета, малопластичные, и непластичные с щебенкой выветренных коренных пород, средняя мощность около 5,0 м;
- д) коренные палеозойские породы, выветренные до состояния дресвы и щебня, представленные в основном эффузивными разновидностями.

Вскрышные породы представлены почвенно-растительным слоем мощностью 0,1-0,2 м и супесью или глинистым песком с галькой кварца средней мощностью 0,4 м. Перед разработкой месторождения вскрышные породы предварительно снимались и складировались в отвалы. Их агрохимическая характеристика приведена в таблице 5.1.

Почвенно-растительный слой имеет сильно и среднекислую реакцию среды и требует известкования. Обеспеченность подвижными формами фосфора низкая, калия – средняя, что свидетельствует о необходимости внесения комплекса минеральных удобрений.

Следовательно, после мелиорации глины при улучшении химических свойств и специальных агротехнических мероприятий могут использоваться

для выращивания лесонасаждений различного назначения, под сенокосы и пастбища, а также в качестве подстилающих под пашню.

Таблица 5.1. – Агрохимическая характеристика грунтов поверхностного слоя на месторождении Красноармейское I

Показатели	Единица измерения	Минимальное значение	Максимальное значение
Содержание гумуса	%	0,7	7,4
РН	-	4,2	4,8
Гидролитическая кислотность	мг/100 г. почвы	3,5	14,2
Поглощенные основания Са	мг/экв.	4,0	12,0
Поглощенные основания Mg	мг/экв.	1,6	5,6
Подвижные формы К ₂ О	мг/100 г. почвы	5,2	10,9
Подвижные формы Р ₂ О ₅	мг/100 г. почвы	1,2	2,2

Коренные породы палеозойского фундамента представлены толщей переслаивающихся зеленых сланцев, амфиболитов, базальтовых порфиритов и диабазов, кварцевых альбитофитов, порфиридов, кварцево-серицитовых сланцев, реже кремнистых, филлитовых, углисто-кремнистых и слюдисто-кварцевых сланцев.

Разнообразие петрографического состава коренных пород палеозойского эффузивного комплекса обуславливает пестроту и невыдержанность физико-механических и керамических свойств элювиальных глинистых образований.

Почвенный покров разрабатываемого участка сформирован под пологом хвойного леса и представлен дерново-подзолистой поверхностно-глеевой почвой. О наличии глеевого процесса свидетельствует сравнительно-высокое содержание железа и высокая гидролитическая кислотность почвы. Интенсивное накопление гумуса за счёт слабого разложения поверхностного слоя свидетельствует о преобладании дернового процесса, характерного для временно-

переувлажненных почв. По механическому составу гумусового и подзолистого горизонтов почвы относятся к тяжёлым и средним суглинкам. Обеспеченность подвижными формами фосфора низкая, калия-средняя, что подтверждает необходимость внесения комплекса минеральных удобрений. Содержание гумуса в поверхностном слое высокое - 7,2-7,4%, в нижележащих слоях резко снижается и составляет всего 0,2 - 0,8%. Почвенно-растительным слой имеет сильно и среднекислую реакцию среды и требует известкования.

В период разработки карьера и в ходе выполнения технического этапа рекультивации почвенно-растительный слой снимался и складироваться в бурты, а затем вновь наносился на поверхность спланированного карьера слоем толщиной 0,3 м. Среднее содержание гумуса в почвенном слое после нанесения его на спланированную поверхность карьера в соответствии с проектом должно было составлять 3,8 %.

Гранулометрический состав почвообразующих глин месторождения Красноармейское I приведен в таблице 5.2, а химический состав в таблице 5.3.

Таблица 5.2. – Гранулометрический состав почвообразующих глин месторождения Красноармейское I

Фракция, мм	Глины делювиальные (от-до / средневзвешенное), %	Глины элювиальные (от-до / средневзвешенное), %
Крупнее 5,0	<u>0,0-10,0</u> 1,5	<u>0,0-10,0</u> 1,8
Крупнее 0,5	<u>2,0-19,9</u> 8,7	<u>0,0-30,7</u> 7,3
Крупнее 0,06	<u>19,7-62,8</u> 40,3	<u>9,0-62,2</u> 39,1
Меньше 0,001	<u>16,6-35,5</u> 24,4	<u>15,0-38,7</u> 16,4
Число пластичности	7,6-23,5	1,1-17,0

Выбор лесохозяйственного направления рекультивации был сделан с учётом рельефа местности, геологии, почв, климата, экономической целесообразности и санитарно-гигиенических условий.

Почвообразующие породы, представленные делювиальными глинами по своим агрохимическим свойствам вполне пригодны для целей лесной рекультивации.

Учитывая, что часть месторождения Красноармейское I входит в городскую черту г. Асбеста, преобладающее значение имеет лесная рекультивация с целью максимального улучшения санитарно-гигиенических условий окружающей среды. Общая площадь биологической рекультивации составила 50,3 га. Схема участков рекультивированного карьера месторождения Красноармейское I приведена на рисунке 5.1., а их описание в таблице 5.4.

Таблица 5.3. – Химический состав кирпичных глин месторождения Красноармейское I

Химические компоненты	Делювиальные глины, %			Элювиальные глины, %		
	Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее
SiO ₂	50,11	69,71	65,0	41,96	67,3	61,0
Al ₂ O ₃	14,48	18,47	16,5	17,69	23,98	22,5
TiO ₂	0,50	1,04	0,6	0,42	1,87	0,45
Fe ₂ O ₃	4,66	10,45	6,0	4,78	17,53	7,5
CaO	0,74	2,30	1,7	0,32	0,85	0,37
MgO	0,40	3,61	0,7	0,52	2,3	1,4
K ₂ O	0,56	2,0	1,6	0,45	1,64	1,1
Na ₂ O	0,13	2,08	1,7	0,07	0,92	0,15
ППП	3,26	8,47	6,5	3,5	10,72	9,0

На месторождении Красноармейское I в лесных культурах различного возраста было заложено 4 ПП. Лесные культуры на участке 12 (ПП А9) произрастают на выположенном склоне. Их особенностью является то, что посажены в них были сеянцы сосны и ели (рис. 5.2.). На момент исследований (2021 г.) сосна опережает в росте ель, поэтому в формуле состава

(8С2С+Е+Б+Ос) ель фигурирует только со знаком +. В то же время, в культурах имеется сосна естественного происхождения, на которую приходится около 16% по запасу, что свидетельствует о том, что сосна лучше подходит для произрастания в данных условиях.



Рис. 5.1. Схема рекультивированного карьера кирпичных глин на месторождении Красноармейское I

Искусственные древостой на участках 6, 9, 10 (ПП А7, А8, А13) характеризуются одинаковым составом (10С) и представляют собой сосняки одного

естественного ряда. Ширина междурядий в них варьирует от 2,2 до 2,7 м, шаг посадки – от 0,5 до 0,56. Во всех описываемых насаждениях проводились рубки ухода, в том числе один из уходов – обрезка сучьев на высоту 1,5 м. Представление о 24-летнем сосняке (ПП А13) позволяет получить рисунок 5.3.

Таксационная характеристика древостоев на момент исследований (2021 г) приведена в приложении 1.

Таблица 5.4. – Описание участков карьера месторождения кирпичных глин Красноармейское I

№ участка	Год рекультивации	Характеристика участка
1	1990	Неоднородный участок. В 1993 году посажены культуры сосны. Есть небольшой участок пашни.
2	1992	Оставлен под естественное зарастивание. Пересекается дорогой.
3	1992	Оставлен под естественное зарастивание. Произрастает естественное насаждение 26-летнего возраста
4	1995	В 1999 году посажены культуры сосны.
5	1995	Оставлен под естественное зарастивание.
6	1996	В 1997 году посажены культуры сосны (ПП А13).
7	1997	В 1998 году посажены культуры сосны.
8	1998	В 1999 году посажены культуры сосны.
9	1999	В 2000 году посажены культуры сосны (ПП А7).
10	2003	В 2004 году посажены культуры сосны (ПП А8).
11	2007	В 2007 году посажены культуры сосны.
12	2008	В 2010 году посажены культуры сосны (ПП А9).

5.1.2. Месторождение Старковское I

Месторождение кирпичных глин Старковское I расположено в Свердловской области на 3 км юго-восточнее поселка Малышева, в 3 км севернее

кирпичного завода ООО «Заречный». В границах 112 и 113 кварталов Малышевского участка Асбестовского участкового лесничества Сухоложского лесничества.



Рисунок 5.2. –13-летние сосново-еловые культуры (ПП А9)

Параметры карьера: длина – 650 м., ширина 410 м., средняя глубина 6,7 м., угол откоса борта карьера 45 градусов.

Предварительная и детальная разведка месторождения Старковское I была проведена в 1992 и 1995 годах. Разработка месторождения началась в феврале 1994 года. Месторождение имеет площадь 29 га.

В геологическом отношении месторождение Старковское I приурочено к рыхлым элювиальным корам выветривания площадного типа мезозойского возраста.

Полезную толщу месторождения слагали элювиальные глинистые и древесно-глинистые отложения (95% сырья) и покрывающие их маломощные по-

лигенетические отложения (суглинки, супеси) четвертичного возраста (5% сырья). Полезная толща (глубина карьера) варьировала от 2 до 8 м, при средней мощности 6,4 м. Полезная толща располагалась в зоне аэрации, поэтому не требовались гидрогеологические работы. Предельные значения естественной (относительной) влажности сырья составляли 14,6...23,2 %.



Рисунок 5.3. - 24-летние культуры сосны на рекультивированном карьере месторождения Красноармейское I (ПП А13)

Вскрышные породы представляли собой почвенно-растительный слой, глинистый песок, супеси и суглинки, засоренные обломочным материалом. Средняя мощность вскрышных пород составляла 0,5 м.

Абсолютные отметки поверхности участка изменяются от 218 до 232 м. В основном, уклон поверхности - на северо-восток, величина его составляет 0,03, и только южная оконечность месторождения имеет уклон на юго-восток (0,02).

В подошве продуктивной толщи имеется безнапорный водоносный го-

ризонт, поэтому при оставлении в полезной толще ещё на стадии разведки охранного целика мощностью не менее 1 м прорывов воды при выработке месторождения не ожидалось.

Гранулометрический состав почвообразующих глин месторождения Старковское I приведен в таблице 5.5., а химический состав глин в таблице 5.6.

Таблица 5.5. – Гранулометрический состав почвообразующих глин месторождения Старковское I

Фракция, мм	Супеси и суглинки (от-до / средневзвешенное), %	Элювиальные глины (от-до / средневзвешенное), %	В целом по полезной толще (от-до / средневзвешенное), %
Крупнее 5,0	<u>0,2-3,9</u> 2,0	<u>0,2-8,1</u> 2,7	<u>0,2-8,7</u> 2,6
Крупнее 0,5	<u>5,0-19,5</u> 13,7	<u>1,4-27,3</u> 9,0	<u>2,4-8,7</u> 2,6
Крупнее 0,06	<u>23,0-65,8</u> 40,5	<u>1,0-41,2</u> 10,8	<u>2,5-39,8</u> 12,8
Меньше 0,01	<u>21,4-57,7</u> 38,3	<u>21,1-57,6</u> 46,8	<u>21,1-51,5</u> 42,9
Меньше 0,001	<u>14,5-36,0</u> 21,9	<u>3,7-27,9</u> 11,3	<u>5,4-25,7</u> 11,6
Число пластичности	<u>6,5-13,2</u> 9,2	<u>0-14,3</u> 7,3	<u>0,7-14,3</u> 7,7

Для защиты от поступления дополнительных осадков в карьер вдоль западного борта со стороны водораздела устраивалась обваловка.

Геологический разрез месторождения представляется снизу-вверх в следующем виде: подстилающие породы, представленные отложениями зоны дезинтеграции сланцев с примесью глинистого и песчаного материала, в скрытая их мощность варьирует от 0,5 до 2,0 м; элювиальные глины, представленные глинистым и, песчано-глинистыми и дресвяно-глинистыми и продуктами выветривания, имеющими жёлто-коричневый, жёлтый, оранжевый, красновато-оранжевый цвет, их мощность изменялась от 2,0 до 8,0 м; четвертичные

полигенетические отложения, представленные суглинками, супесями и глинистым и песками мощностью от 0,2 до 2,0 м., преимущественно 0,5-0,8 м; почвенно-растительный слой мощностью 0,1-0,3 м.

Таблица 5.6. – Химический состав глин месторождения Старковское I

Химические компоненты	Содержание химических компонентов, %		
	Минимум	Максимум	Среднее
SiO ₂	48,40	53,38	50,83
Al ₂ O ₃	18,56	23,75	21,40
TiO ₂	0,80	1,55	1,13
Fe ₂ O ₃	11,10	14,00	12,60
CaO	0,52	3,78	1,87
MgO	0,0	3,01	0,76
SO ₃	0,0	0,11	0,08
K ₂ O	0,98	1,36	1,14
Na ₂ O	0,81	1,02	0,88

Схема карьера кирпичных глин месторождения Старковское I приведена на рисунке 5.4, а описание участков карьера в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Описание участков карьера месторождения кирпичных глин Старковское I

№ участка	Год рекультивации	Характеристика участка
1	1999	В 2001 году посажены культуры сосны. В 2018 году проведена прочистка.
2	2000	В 2001 году посажены культуры сосны (ПП А14). Имеется затопленная часть.
3	2002	В 2004 году посажены культуры сосны.
4	2003	В 2005 и 2006 году посажены культуры сосны.
5	2004	В 2006 году посажены культуры сосны.
6	2005	В 2005 и 2006 году посажены культуры сосны (А12). Мезорельеф волнистый.



Рисунок 5.4. – Схема карьера кирпичных глин на месторождении Старковское I

Площадь месторождения до разработки была покрыта лесными насаждениями с преобладанием сосны и березы. Перед разработкой была проведена рубка леса и корчевка пней. Вскрышные породы бульдозером Д-271, путем срезки перемещались в отвалы за пределы площади, намеченной к выработке. Позднее вскрышные породы использовались при рекультивации карьера.

Крупные включения фракции крупнее 5,0 мм представлены обломками коренных пород в основном метаморфических сланцев, в различной степени окварцованных (от мягких легко разрушаемых, до твердых кварцитовидных). Крупнозернистые включения довольно равномерно распределены по площади месторождения.

На месторождении Старковское I в лесных культурах 18-летнего и 22-летнего возраста заложено 2 пробные площади: А12 и А14. Ширина междурядий в них 3,0 и 2,3 м, а шаг посадки 0,6 и 0,83 м соответственно. Насаждения произрастают на пологом склоне. Также, как и в культурах на Красноармейском I, в них проводились рубки ухода, в том числе и обрезка сучьев на высоту 1,5 м (рис. 5.5). Таксационная характеристика древостоев на момент исследований (2021 г.) приведена в приложении 1.



Рисунок 5.5. – 22-летние сосновые культуры на рекультивированном карьере месторождения Старковское I (ПП А14)

5.1.3. Месторождение Старковское II

Подробное описание и схема карьера месторождения Старковское II приведена в разделе 4.2.

На карьере месторождения Старковское II заложена одна ПП в 13-летних культурах сосны (рис.5.6). Особенность данных культур заключается в том, что в одно посадочное место высаживалось от 1 до 6 семян, которые успешно прижились и продолжают расти. Отсюда при ширине междурядий 1,4 м и шаге посадки 1,1 м культуры имеют густоту 9 тыс. шт./га.

Таксационная характеристика древостоя на момент исследований (2021 г) приведена в приложении 1.



Рисунок 5.6. – 13-летние культуры сосны на выположенном склоне карьера месторождения Старковское II

5.1.4. Месторождение Нижне-Рефтинское

Месторождение кирпичных глин Нижне-Рефтинское расположено в 5 км севернее г. Асбеста, на левом склоне реки Большой Рефт и в непосредственной близости к территории кирпичного завода. Месторождение расположено в границах 149, 150, 161 и 162 кварталов Малышевского участка Асбестовского участкового лесничества Сухоложского лесничества.

В 1948 году трест «Уралнеруд» при проведении поисковых работ выявил, а затем детально разведвал Нижне-Рефтинское месторождение глин. В первые запасы глин Нижне-Рефтинского месторождения утверждены Урал ТКЗ в следующем количестве: делювиальные глины – 1606,9 тыс. м³, элювиальные глины – 2928,5 тыс. м³. В 1950 году была начата разработка данного месторождения. В период разработки неоднократно проводилась эксплуатационная разведка.

В геоморфологическом отношении Нижне-Рефтинское месторождение приурочено к левому склону долины реки Большой Рефт.

В геологическом строении месторождения принимают участие рыхлые покровные образования мезозойского и кайнозойского возраста, а также коренные породы палеозойского возраста.

По данным разведочных выработок, усредненный геологический разрез месторождения выглядел следующим образом (сверху вниз):

- а) Почвенно-растительный слой, мощностью 0,1 – 0,4 м.
- б) Суглинки четвертичного возраста бурого цвета, плотные, пластинчатые, иногда с включениями гальки кварца и щебенки коренных пород, мощностью от 0,3 до 5,0 м.
- в) Элювиальные пестроокрашенные глины с преобладанием желтоватого цвета, малопластичные, с щебенкой выветрелых коренных пород, мощностью до 10 и более м.
- г) Щебенка эффузивных и изверженных пород, вскрытая мощность, в основном 0,5 – 1,0 м.

Иногда среди суглинков встречаются прослой и линзы мелко- и среднезернистого кварцевого песка желтовато-серого цвета. Мощность аллювиально-делювиальных суглинков непостоянна и изменяется, в основном, в пределах 0,5-2,0 м, реже достигает 5,0 м. Иногда в центральной части месторождения бурые суглинки сменяются супесью коричневатого-бурого цвета, с большим количеством гравийно-галечного материала.

В северо-восточной, центральной и юго-восточной частях месторождения, ближе к руслу р. Большой Рефт, под бурыми суглинками встречаются аллювиальные пески желтовато-серого и буровато-коричневого цвета, мелко- и крупнозернистого состава, с примесью кварцевого гравийно-галечного материала. Мощность песков изменяется от 0,4 до 2 м.

Ниже суглинков залегают элювиальные образования, представленные желтыми, серыми, желтовато-серыми и желтовато-коричневыми, малопластичными, порошковатыми глинами, а также глинисто-щебенистым материалом.

Указанные образования являются продуктом длительных и глубоких процессов физико-химического выветривания подстилающих палеозойских пород, эффузивного и изверженного комплексов.

Элювиальные глины распространены почти по всей разведанной площади месторождения, с невыдержанной резко изменчивой мощностью. Наибольшую мощность они имеют в центральной части месторождения.

В восточном и южном направлениях мощность элювиальных глин заметно уменьшается, а в долине реки Большой Рефт, ближе к русловому потоку, они вообще не прослеживаются и видимо смыты водными речными потоками.

В геологическом строении рыхлых глинистых отложений месторождения в направлении с юго-востока на северо-запад наблюдаются определенные различия. Так, рыхлые покровные отложения юго-восточной части представлены преимущественно аллювиальными бурыми суглинками мощностью 1-2 м, содержащими окатанную и малоокатанную гальку кварца и других твердых

пород. Элювиальные глинистые отложения в этой части смыты водными потоками реки и суглинки подстилаются маловыветрелой щебенкой коренных пород или же разнородными аллювиальными песками с примесью гравийно-галечного материала подстилающих палеозойских пород.

Гранулометрический состав почвообразующих глин месторождения Нижне-Рефтинское приведен в таблице 5.8.

Таблица 5.8. – Гранулометрический состав почвообразующих глин месторождения Нижне-Рефтинское

Фракция, мм	Аллювиально-делювиальные суглинки (от-до / средневзвешенное), %	Элювиальные глины (от-до / средневзвешенное), %
Крупнее 3,0	<u>0,1-14,1</u> 2,5	<u>0,0-9,9</u> 2,7
Крупнее 0,06	<u>10,7-74,0</u> 40,5	<u>3,8-33,9</u> 4,5

В центральной части месторождения широким развитием пользуются как бурые аллювиально-делювиальные суглинки, так и элювиальные глинистые образования, общая мощность которых изменяется в пределах 5-7 м.

В северо-западном направлении за автотрактом, соединяющим Асбестовский кирпичный завод с г. Асбестом, бурые суглинки не пользуются широким распространением и представлены малопластичной делювиальной разновидностью мощностью, преимущественно, от 0,4 до 0,9 м. Мощность элювиальных глин в этой части изменяется в широких пределах от 0,4 до 10 м. Представлены они малопластичной «зыбучей» разновидностью.

Полезная тоща Нижне-Рефтинского месторождения представляла собой пестроцветными элювиальными глинистыми образованиями, являющимися продуктом глубокого физико-химического выветривания разнообразного комплекса эффузивных пород нижнепалеозойского возраста.

Условия залегания, горнотехнические условия разработки, а также целевое назначение восстанавливаемых площадей на месторождениях Красноар-

мейское I и Нижне-Рефтинское идентичны.

Схема рекультивированного карьера кирпичных глин на месторождении Нижне-Рефтинское приведена на рисунке 5.7, а описание участков карьера – в таблице 5.9.

Таблица 5.9. – Описание участков карьера месторождения кирпичных глин Нижне-Рефтинское

№ участка	Год рекультивации	Характеристика участка
1	1972	Площадь рекультивации 3 га. Естественное насаждение 45 лет.
2	1973	Площадь рекультивации 8 га. Лесные культуры 1975 года.
3	1974	Площадь рекультивации 10 га. Естественное насаждение 45 лет.
4	1975	Площадь рекультивации 8,2 га. В 1975 году посажены лесные культуры (ПП А2).
5а	1976	Площадь рекультивации двух участков 5 га. В 1977 году посажены лесные культуры (ПП А1).
5б	1976	Площадь рекультивации двух участков 3 га. В 1977 году посажены культуры сосны (ПП А3).
6	1977	Площадь рекультивации 5 га, в том числе 2 га, покрытые лесом. В 1987 году посажены культуры сосны обыкновенной и сосны кедровой сибирской (ПП А4).
7	1978	Площадь рекультивации 3 га. Культуры сосны 1979 года.
8	1979	Площадь рекультивации 3 га. Культуры сосны 1979 года.
9	1982	Площадь рекультивации 3,4 га. Дачный поселок Связист.
10	1983	Площадь рекультивации 13 га. Дачный поселок Связист.
11	1984	Площадь рекультивации 3,5 га. Естественное насаждение, 35 лет.
12	1985	Площадь рекультивации 1,5 га.
13	1986	Площадь рекультивации 3 га. Культуры сосны 1988 года.
14	1988	Площадь рекультивации 2,8 га. Культуры сосны 1990 года.
15	1989	Площадь рекультивации 4,1 га. В 1989 и 1997 году посажены культуры сосны (ПП А5, А6).
16	1991	Площадь рекультивации 1 га.

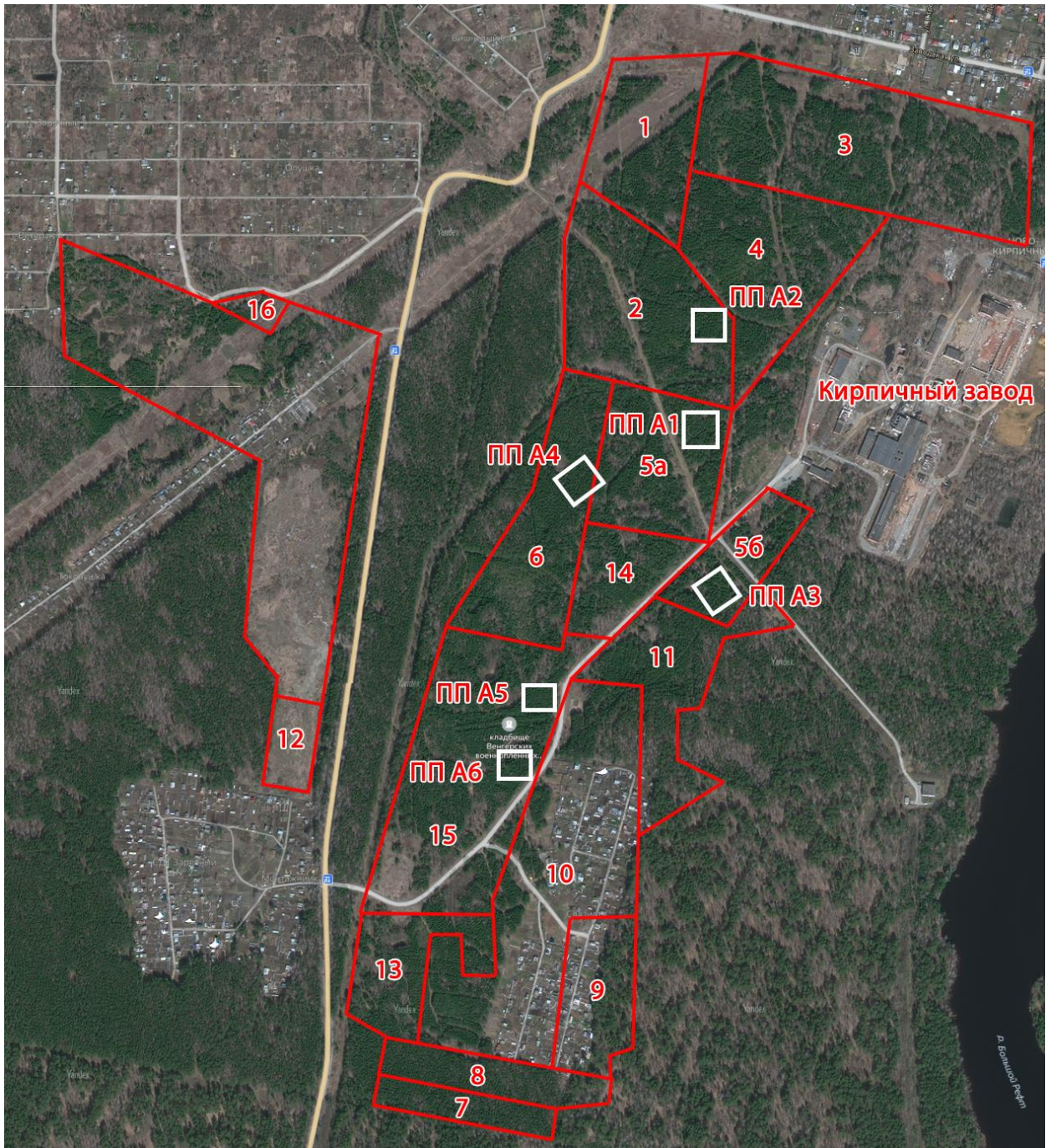


Рисунок 5.7. – Схема рекультивированного карьера кирпичных глин на месторождении Нижне-Рефтинское

На рекультивированном карьере месторождения Нижне-Рефтинское в лесных культурах различного возраста (от 26 до 51 года) в 2021 году было заложено 6 пробных площадей (А1...А6). Во всех насаждениях присутствует примесь березы и осины (до одной единицы состава).

ПП А1 заложена в 46-летних культурах сосны. Ширина междурядий

равна 2,0 м, шаг посадки 1,0 м. На площади наблюдается большое количество бурелома и ветровала. Мезорельеф на ПП относительно ровный.

ПП А2 (рис. 5.8) заложена в 51-летних культурах сосны. Ширина между рядами равна 3,0 м, шаг посадки 1,0 м. Мезорельеф на ПП относительно ровный.



Рисунок 5.8. – 51-летние культуры сосны на рекультивированном карьере Нижне-Рефтинского месторождения (ПП А2)

ПП А3 заложена в 46-летних культурах сосны. Ряды просматриваются плохо, примерная ширина между рядами составляет 1,5 м, а шаг посадки 1,3 м. Площадь находится на склоне холма.

На ПП А4 культуры создавались двумя породами – сосной обыкновенной и сосной кедровой сибирской. Сосны кедровой было высажено намного

меньше, чем сосны обыкновенной, вероятно выполнялось дополнение культур, кроме того сосна кедровая отстает в росте от сосны обыкновенной в силу биологических особенностей, поэтому фигурирует в составе насаждения со знаком плюс (8С1Б1Ос+К). Ряды в культурах имеют беспорядочное направление, в зависимости от неровностей мезорельефа. Примерная ширина между рядами 2,2 м., шаг посадки 0,6 м. Мезорельеф участка волнистый с перепадами до 2...3 метров (рис. 5.9).



Рисунок 5.9. – 36-летние сосново-кедровые культуры на рекультивированном карьере месторождения Нижне-Рефтинское (ПП А4)

ПП А5 заложена в 34-летних культурах сосны. Ширина между рядами 2,2 м, шаг посадки 1,25 м. Насаждение произрастает на ровном участке.

ПП А6 заложена в 26-летних культурах сосны. Ряды просматриваются плохо, шаг посадки и ширину между рядами установить не удалось. Насаждение

произрастает на пологом склоне. В непосредственной близости имеется затапливаемый участок. Таксационная характеристика древостоя на момент исследований (2021 г.) приведена в приложении 1.

5.1.5. Месторождение Троицко-Байновское

Описание и схема карьера месторождения Троицко-Байновское приведены в разделе 4.1.3.

На рекультивированной части (участок II) карьера месторождения Троицко-Байновское в культурах заложено шесть пробных площадей (Б1, Б3, Б4, Б5, Б6, Б7). Возраст культур составляет от 6 до 37 лет.

Пробная площадь Б1 (рис. 5.10) была заложена в 2020 году. Лесные культуры были созданы привитым (от элитных деревьев сосны обыкновенной) посадочным материалом с закрытой корневой системой. Шаг посадки 2,5 м, ширина междурядий 3,3 м. Густота посадки около 1200 шт./га Текущий состав по запасу 10С+С+Б (элементы леса +С и +Б имеют естественное происхождение). В культурах был проведен один лесохозяйственный уход.

ПП Б3 заложена в 2020 году в сосново-лиственничных культурах. Сосна высаживалась механизированно, а лиственница досаживалась вручную в качестве дополнения. Ширина междурядий составляет 4,3 м, а шаг посадки – 1,2 м. Густота посадки около 2 тыс. шт./га. В данных лесных культурах было проведено три лесоводственных ухода, в том числе уборка сучьев на высоту до 1,5 метров. Текущий состав по запасу 7С3Л (рис. 5.11).

ПП Б4 заложена в 2020 году в чистых по составу сосновых лесных культурах. Данная ПП находится в непосредственной близости к ПП Б3, но дополнение лиственницей на данном участке не проводилось.

ПП Б5 заложена в 2020 году в 37-летних лесных культурах, посаженных на холме (вероятно – отвал). Ширина междурядий составляет 2,5 м, шаг посадки 0,75 м. Густота посадки – около 5,3 тыс. шт./га. По данным лесохозяйственного планшета в 2002 и 2008 годах в выделе проводились рубки ухода (прочистка). Текущий состав по запасу 10С.



Рисунок 5.10. – 13-летние лесные культуры, созданные привитым посадочным материалом с закрытой корневой системой (ПП Б1)



Рисунок 5.11. – 22-летнее сосново-лиственничное насаждение искусственного происхождения (ПП Б3)

ПП Б6 заложена в 2021 году в несомкнувшихся лесных культурах. Ширина междурядий 3,3 м, шаг посадки 0,6 м. Густота посадки 5,0 тыс. шт./га. В междурядьях проводился агротехнический уход культиватором (рис. 5.12.).



Рисунок 5.12. – 6-летние культуры сосны на рекультивированной части карьера месторождения Троицко-Байновское

ПП Б7 заложена в 2021 году в 15-летних культурах сосны. Ширина междурядий 3,0 м, шаг посадки 0,8 м. Густота посадки 4,2 тыс. шт./га. В одно посадочное место посажено от 1 до 3 семян сосны. В насаждении проводились ухода, в том числе обрезка сучьев на высоту 1,5 м.

Таксационная характеристика древостоя на момент исследований приведена в приложении 1.

5.1.6. Месторождение Курьинское

Курьинское месторождение огнеупорных глин расположено в 15 км от города Богданович на правом берегу реки Пышма и на юге от села Курьи. Месторождение вытянуто на 5–6 км и разбито на участки: северный (Пышминский), центральный и южный (Кашинский).

Разведка месторождения была проведена уральским районным геолого-разведочным управлением в период с 1927 по 1929 год (Каржавин, 1932).

Геологический разрез месторождения выглядит следующим образом:

а) Послетретичные отложения: бурые глины 4,8 м; флювиоглациальные отложения – слоистые кварцевые пески с валунами уральских изверженных пород – 3,4 м.

б) Нижнетретичные отложения: опока – 13,3 м; опокovidный песчаник – 2,0 м; глауконитовая глина 2,5 м.

в) Отложения мезозойского возраста: белые огнеупорные глины и глинистые пески – 5,7 м; цветные глины, белые глинистые пески, углистые глины и серые огнеупорные глины – 8,0 м.

г) Палеозойские отложения: известняки, глинистые и известково-глинистые сланцы и конгломераты (Каржавин, 1932).

На северном участке покрывающие породы имеют среднюю мощность 12,9 м при мощности продуктивной толщи 8,6 м, на центральном участке соответственно 23,4 м при 5,9 м, на южном участке – 19,5 м при 3,5 м. У глин продуктивной толщи (отложения мезозойского возраста) в широких пределах варьируют качество и условия залегания.

Помимо глинистого вещества в состав глин Курьинского месторождения входят кварцевый песок, слюда, марказит, пирит, сферосидерит, бурый железняк, гипс и обуглившиеся растительные остатки. С качественной стороны курьинские глины отличаются значительными колебаниями: от высокоглиноземных, свободных от примесей разновидностей, до сильно песчанистых

и загрязненных в значительной степени серым колчеданом глин с оолитами сферосидерита и бурыми оксидами железа (Солодкий и др., 2018).

Химический состав основных разновидностей глин приведен в таблице 5.10, гранулометрический состав глин представлен в таблице 5.11.

Таблица 5.10. – Химический состав глин месторождения Курьинское

Химические компоненты	Содержание химических компонентов, от-до, %
SiO ₂	43,24-62,24
Al ₂ O ₃	20,63-38,03
TiO ₂	0,93-2,41
Fe ₂ O ₃	1,04-8,63
CaO	0,09-0,87
MgO	0,0-0,42
SO ₃	0,07-6,77
K ₂ O	0,05-0,73
Na ₂ O	0,08-0,28
ППП	8,29-13,88

Схема рекультивированного карьера огнеупорных глин на месторождении Курьинское приведена на рисунке 5.13., а описание участков карьера – в таблице 5.12.

Таблица 5.11. – Гранулометрический состав глин месторождения Курьинское

Фракции, мм	Доля, от-до, %
Крупнее 0,05	0,15-27,25
0,05-0,01	0,17-6,54
0,01-0,005	12,7-23,4
0,005-0,001	9,2-12,1
Меньше 0,001	28,6-47,62

Таблица 5.12. – Описание рекультивированного карьера месторождения огнеупорных глин Курьинское

№ участка	Год рекультивации	Характеристика участка
1	Ориентировочно 1970	Рекультивированная часть карьера. На большей части созданы лесные культуры различных лет.
2	-	Затопленная часть карьера.



Рисунок 5.13. – Схема рекультивированного карьера огнеупорных глин на месторождении Курьинское

На рекультивированном карьере месторождения Курьинское в 2021 году в лесных культурах заложено две пробные площади (С1 и С2). На рисунке 5.14. показаны 40-летние культуры сосны на ПП С2. Возраст культур составляет 53 и 40 лет. Междурядья 2,5 и 2 м, шаг посадки 0,7 и 0,6 м соответственно. На стволах деревьев данных насаждений наблюдается нагар от беглого низового пожара. Частые пожары происходят из-за того, что данный карьер является местом отдыха населения, так как является довольно живописным местом (рис. 5.15.). Однако, не смотря на живописный облик, на данный карьер население вывозит бытовой и строительный мусор.

Таксационная характеристика древостоев на момент исследований (2021 г.) приведена в приложении 1.



Рисунок 5.14. – 40-летние культуры сосны на рекультивированном карьере месторождения Курьинское (ПП С2)



Рисунок 5.15. – Рекультивированный карьер месторождения Курьинское

5.2. Анализ формирования искусственных насаждений на рекультивированных карьерах по добыче глин

5.2.1. Ход роста искусственных древостоев на нарушенных землях

В связи с недостаточным количеством нормативно-справочных материалов, составленных для насаждений искусственного происхождения (Сальникова и др., 2020), разработка местных таблиц хода роста (ТХР) искусственных древостоев, произрастающих на исследуемом типе нарушенных земель, является актуальной задачей.

Всего из 21 искусственного древостоя, в которых закладывались пробные площади, были отобраны и отнесены к одному естественному ряду и классу густоты 11 древостоев. Их таксационная характеристика приведена в таблице 5.13.

Таблица 5.13. – Таксационная характеристика искусственных древостоев, отобранных для построения таблицы хода роста

№ ПП	Эле- мент леса	Средние			Густота, шт./га		Сумма площа- дей сече ний, м ² /га	Отно- си- тель- ная пол- нота, ед.	Запас расту- щих дере- вьев, м ³ /га	Класс бони- тета
		воз- раст, лет	вы- сота, м	диа- метр, см	по- садки	теку- щая				
А10	10С	13	2,7	2,2	13000	9317	3,4	0,36	9	III
	+Б	10	2,2	1,1	-	231	0,02	0,01	0,1	
А12	10С	18	4,7	5,1	5500	4423	9,0	0,41	31	III
А8	10С	19	6,3	5,3	8700	5457	12,1	0,52	54	II
А14	10С	22	8,4	8,1	5200	3728	19,1	0,68	104	I
	+Е	22	2,9	2,4	150	122	0,1	0,01	0,2	
	+Б	22	8,1	5,2	-	41	0,1	0,01	0,4	
А7	10С	23	8,7	8,3	8100	4739	25,5	0,86	143	I
А13	10С	24	8,3	7,5	6900	5088	22,2	0,79	127	I
А5	9С	34	13,4	12,9	3600	2434	31,8	0,90	250	I
	1Б	45	18,1	27,2	-	41	2,4	0,09	26	
	+Ос	28	11,1	9,5	-	34	0,2	0,01	2	
Б5	10С	37	13,3	11,6	5300	3404	35,7	1,00	268	II
С2	10С	40	14,3	12,3	6700	3406	40,5	1,12	328	II
А1	10С	46	16,2	15,2	5000	1988	35,9	0,94	311	II
	+Б	46	16,2	12,9	-	68	0,9	0,04	9	
	+Ос	46	17,9	15,4	-	24	0,4	0,02	5	
А2	9С	51	16,9	15,7	3300	1725	33,2	0,84	309	II
	1Б	51	16,0	11,2	-	470	4,6	0,20	39	

Выделить большее количество классов густоты не вышло, в связи со значительным разнообразием схем посадки и таксационных показателей искусственных древостоев, а также ограниченным их количеством на исследуемых карьерах по добыче глины.

В ходе множественного регрессионного анализа была получена система связанных между собой уравнений (таблица 5.14.), при помощи которых были вычислены следующие таксационные показатели сосны обыкновенной для пятилетних возрастных интервалов ТХР: относительная площадь сечения, средняя высота, средний диаметр, средняя густота, видовая высота (HF). На основании вычисленных показателей рассчитывались значения сумм площадей сечений, видовые числа и запасы, после чего вычислялся средний и текущий приросты древостоев по запасу.

Таблица 5.14. – Уравнения регрессии для составления таблиц хода роста искусственных сосновых древостоев

Показатель	Уравнение	R ²	δ, %	№*
Относительная площадь сечения	$G:H = (0,0480 \sqrt{A})^2$	0,991	± 10,2	1
Средняя высота древостоя	$H = (1,213 \ln(A) + 0,310 \ln(G:H))^2$	0,996	± 12,4	2
Средний диаметр древостоя	$D = 0,1103A + 92,740G:H$	0,998	± 3,2	3
Густота древостоев	$N = -946,8 \ln(A) - 2576,5 \ln(G:H)$	0,987	± 10,1	4
Видовая высота	$\ln(HF) = 0,799 \ln(H)$	0,999	± 3,6	5

Примечание: R² – коэффициент детерминации; δ – средняя ошибка аппроксимации; № - номер уравнения; A – средний возраст древостоя; G:H – относительная площадь сечения.

Уравнения регрессии, использовавшиеся для составления таблиц хода роста искусственных сосновых древостоев приведены в таблице 5.14. На основании указанных уравнений были составлены таблицы хода роста сосновых древостоев, произрастающих на рекультивированных карьерах по добыче глины (таблица 5.15.)

Регрессионные уравнения, описывающие ход роста искусственных сосновых древостоев (таблица 5.14.), характеризуются очень высоким коэффи-

ентом детерминации и удовлетворительными средними ошибками аппроксимации. Все коэффициенты уравнений значимы на 5 %-ном уровне. Для уменьшения средней ошибки аппроксимации необходимо увеличить объем выборки пробных площадей. Сделать это можно путем повторных обмеров на имеющихся пробных площадях через 5-10 лет или увеличением количества пробных площадей.

Таблица 5.15. – Ход роста искусственных сосновых древостоев, произрастающих на рекультивированных карьерах по добыче глины

Возраст, лет	Средние		Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Видовое число	Запас, м ³ /га	Прирост по запасу, м ³	
	высота, м	диаметр, см					средний	текущий
10	2,6	3,2	7535	4,6	0,823	10	1,00	-
15	5,0	4,9	6107	10,6	0,723	39	2,57	5,72
20	7,2	6,5	5093	16,9	0,673	82	4,08	8,59
25	9,1	8,1	4307	22,6	0,641	132	5,30	10,18
30	10,9	9,7	3665	27,6	0,619	186	6,19	10,62
35	12,5	11,3	3121	31,4	0,602	236	6,75	10,12
40	14,0	13,0	2651	34,1	0,589	280	7,01	8,84
45	15,3	14,6	2236	35,5	0,578	315	7,00	6,91
50	16,6	16,2	1865	35,7	0,568	337	6,74	4,45
55	17,8	17,8	1529	34,5	0,560	345	6,27	1,55

Для того чтобы оценить производительность исследуемых сосновых насаждений необходимо сравнить наши данные с данными других ученых, изучавших ход роста искусственных древостоев в сходных условиях. Для сравнения выбран эскиз таблицы хода роста, разработанный коллективом авторов кафедры таксации УГЛТУ (Сальникова, 2020) для искусственных сосновых древостоев типа леса сосняк разнотравный (Сртр), произрастающих в условиях средней тайги, а также эскиз ТХР, разработанный в 2002 году С.В.

Залесовым, А.Н. Лобановым и Н.А. Луганским для не пройденных рубками ухода искусственных сосняков в типе леса сосняк разнотравный в подзоне южной тайги (Залесов и др., 2002). Тип леса сосняк разнотравный выбран для сравнения в связи с тем, что именно этому типу леса наиболее соответствует живой напочвенный покров под пологом исследуемых лесных культур.

Результаты сравнения приведены в таблицах 5.16 – 5.18 и на рисунках 5.16 – 5.18.

Исследуемые искусственные древостои имеют значительно меньшую среднюю высоту, средний диаметр и запас по сравнению с культурами сосны, произрастающими в условиях разнотравного типа леса. Разница в ходе роста объясняется худшими эдафическими условиями произрастания исследуемых насаждений.

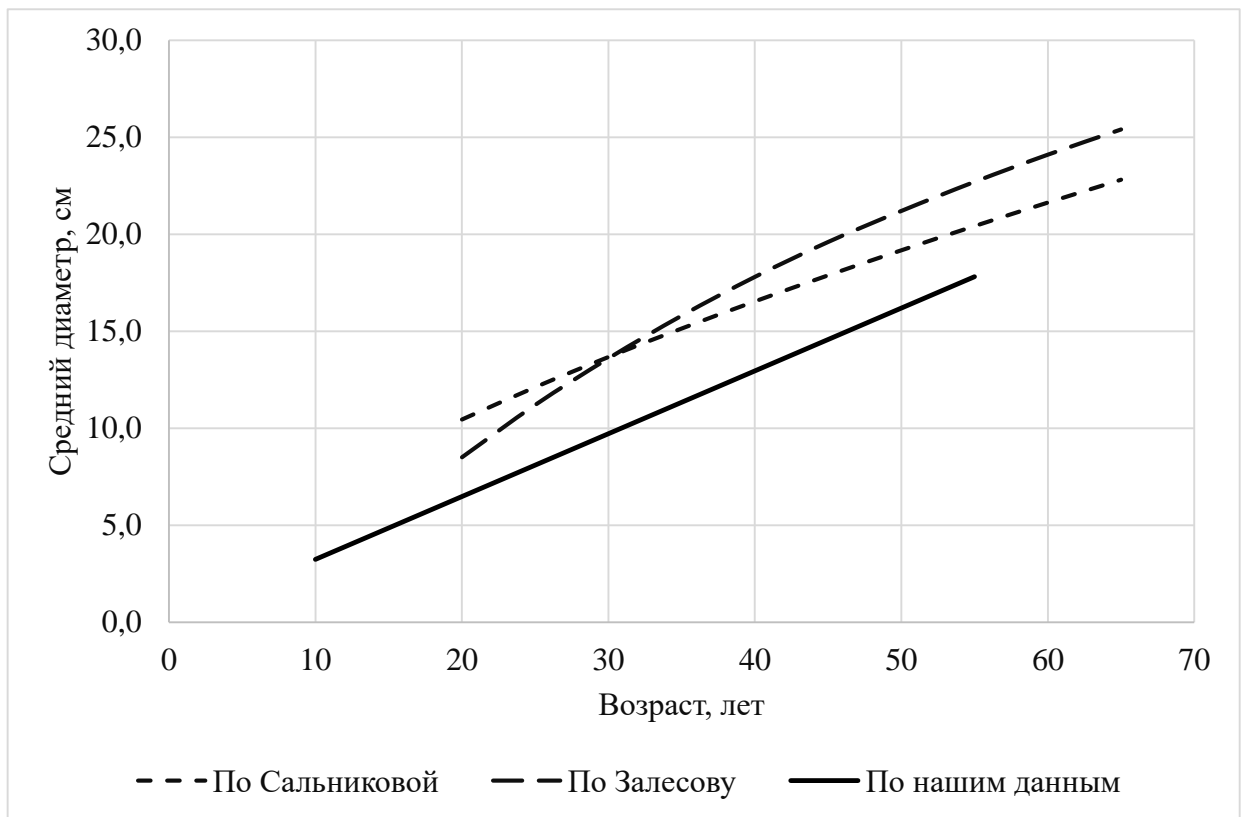


Рисунок 5.16. – Сравнение хода роста культур сосны по диаметру (по нашим данным, данным И.С. Сальниковой с соавт. (2020) и С.В. Залесова с соавт. (2002))

Таблица 5.16. – Отклонения среднего диаметра культур сосны от данных существующих эскизов ТХР, составленных для типа леса сосняк разнотравный

Возраст, лет	Диаметр, см				
	По нашим данным	По Сальниковой с соавторами*	Различия, %	По Залесову с соавторами	Различия, %
20	6,5	10,5	-61,5	8,5	-30,8
25	8,1	12,1	-49,4	11,2	-38,3
30	9,7	13,7	-41,2	13,6	-40,2
35	11,3	15,1	-33,6	15,8	-39,8
40	13,0	16,5	-26,9	17,8	-36,9
45	14,6	17,9	-22,6	19,6	-34,2
50	16,2	19,2	-18,5	21,2	-30,9
55	17,8	20,4	-14,6	22,7	-27,5

*Речь идет о данных, представленных в форме уравнения $y = 1,4413x^{0,6616}$, так как в табличной форме, видимо по ошибке, приведены данные о ходе роста искусственных сосняков по С.В. Залесову с соавторами (2002).

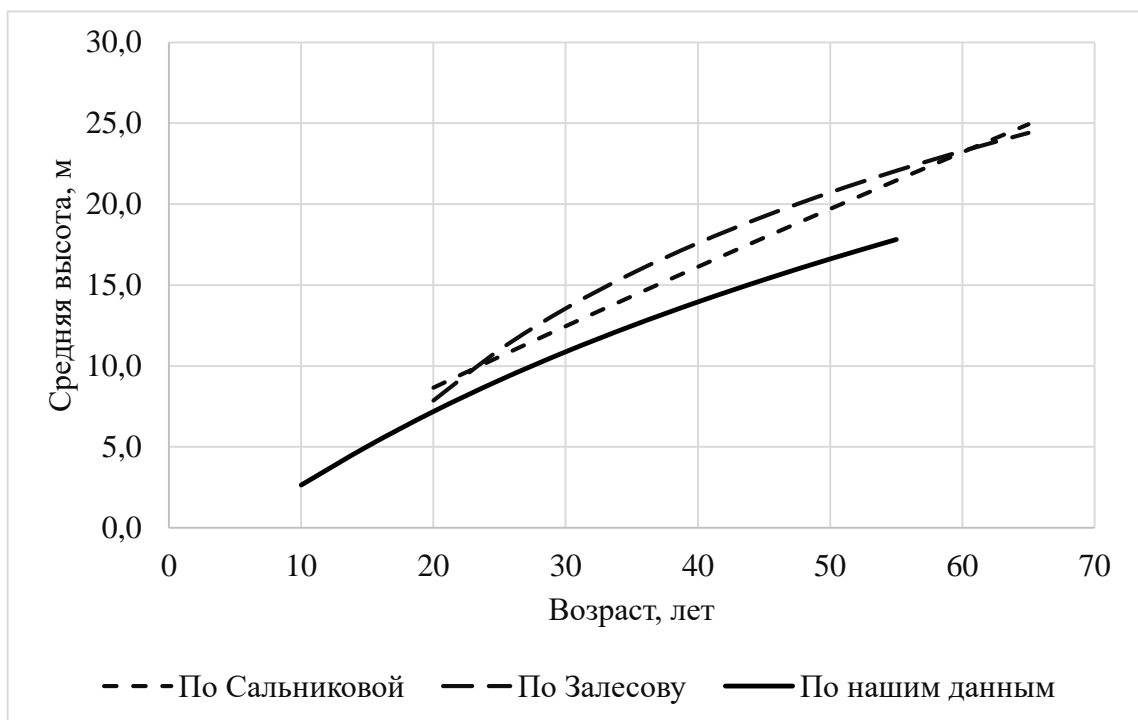


Рисунок 5.17. – Сравнение хода роста культур сосны по высоте (по нашим данным, данным И.С. Сальниковой с соавт. и С.В. Залесова с соавт.)

Таблица 5.17. – Отклонения средней высоты культур сосны от данных существующих эскизов ТХР, составленных для типа леса сосняк разнотравный

Возраст, лет	Высота, м				
	По нашим данным	По Сальниковой с соавторами*	Различия, %	По Залесову с соавторами	Различия, %
20	7,2	8,6	-19,4	7,9	-9,7
25	9,1	10,6	-16,5	11,0	-20,9
30	10,9	12,4	-13,8	13,6	-24,8
35	12,5	14,3	-14,4	15,7	-25,6
40	14,0	16,1	-15,0	17,6	-25,7
45	15,3	17,9	-17,0	19,2	-25,5
50	16,6	19,7	-18,7	20,7	-24,7
55	17,8	21,5	-20,8	22,1	-24,2

*По данным, приведенным в форме уравнения: $y = 0,5867x^{0,8982}$

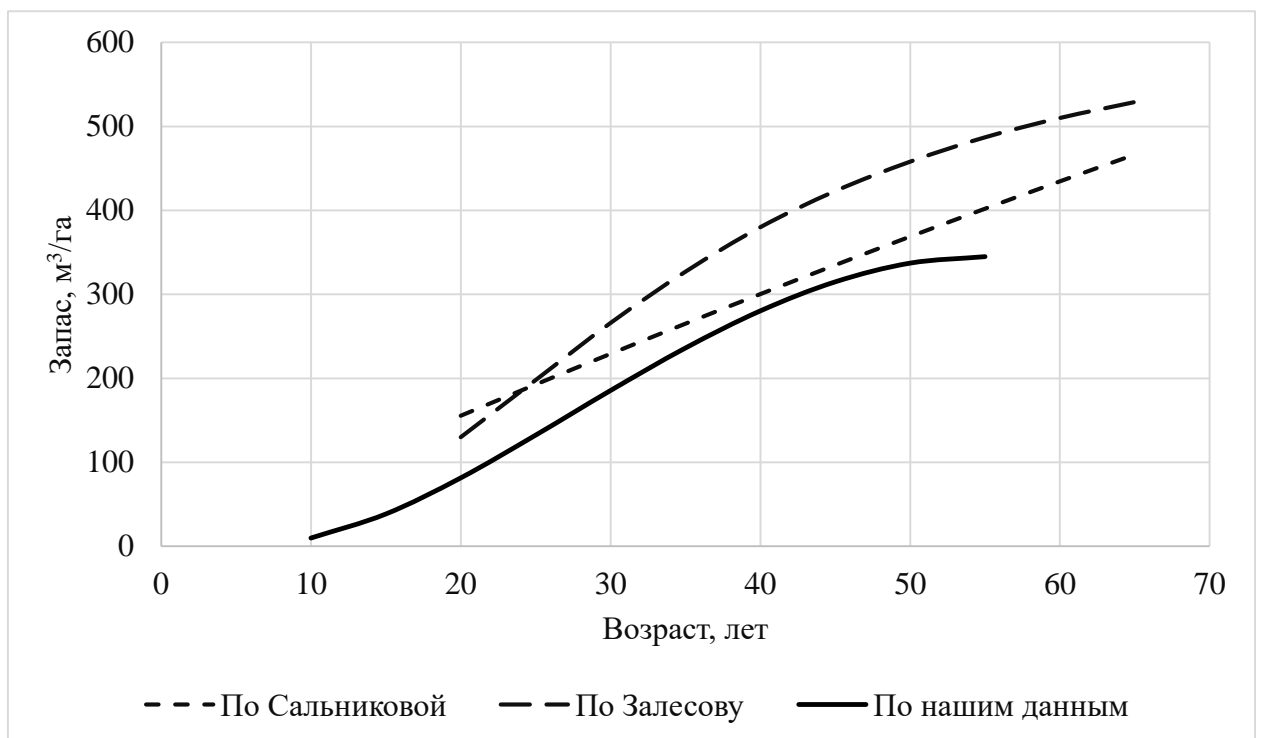


Рисунок 5.18. – Сравнение хода роста культур сосны по запасу (по нашим данным, данным И.С. Сальниковой с соавт. (2020) и С.В. Залесова с соавт. (2002))

Таблица 5.18 – Отклонения запаса культур сосны по нашим данным от данных существующих эскизов ТХР, составленных для типа леса сосняк разновозрастный

Возраст, лет	Запас древесины, м ³ /га				
	По нашим данным	По Сальниковой с соавторами*	Различия, %	По Залесову с соавторами	Различия, %
20	82	155	-89,0	130	-58,5
25	132	193	-46,2	198	-50,0
30	186	229	-23,1	266	-43,0
35	236	265	-12,3	327	-38,6
40	280	300	-7,1	380	-35,7
45	315	335	-6,3	423	-34,3
50	337	369	-9,5	458	-35,9
55	345	402	-16,5	487	-41,2

*По данным, приведенным в форме уравнения: $y = -0,0132x^2 + 8,0344x$

Для того, чтобы оценить эффективность рекультивации и посадки лесных культур, сравним участки, на которых создавались лесные культуры с самозарастающими участками с похожей давностью выработки:

- на участке 3 месторождения Старковское II (выработан 16 лет назад) древесно-кустарниковая растительность полностью отсутствует, а на ПП А12 (16 лет после посадки), которая заложена на месторождении Старковское I, запас древостоя составляет 31 м³/га;

- на участке 3 месторождения Красноармейское II (выработан 11 лет назад) в пересчете на крупный подрост 14,7 тыс. шт/га, однако крупного подраста на данном участке зафиксировано всего 0,3 тыс. шт/га, а среднего 1,0 тыс. шт/га., в то время как на пробных площадях с лесными культурами с аналогичной давностью посадки текущая густота варьирует от 1,3 до 9,5 тыс. шт/га., а запас составляет от 9,1 до 19,2 м³/га.

- на участке 1 месторождения Красноармейское II и на участке 2 месторождения Старковское II (выработаны 13 лет назад) густота в пересчете на крупный подрост составляет 26,1 и 27,2 тыс. шт/га соответственно. На месторождении Красноармейское II крупного подроста 1,4 тыс. шт/га, а среднего 18,6 тыс. шт/га, а на месторождении Старковское II крупного – 0,3 тыс. шт/га, среднего – 5,6 тыс. шт/га. При этом на ПП Б7 (давность посадки 13 лет назад) текущая густота составляет 3,8 тыс. шт/га, а запас 92 м³/га.

На основании данных сравнений можно заключить, что рекультивация и создание лесных культур ускоряют процесс лесовосстановления на карьерах по добыче глин.

5.2.2. Формирование живого напочвенного покрова на участках искусственного лесовосстановления

В ходе проведения исследования по формированию искусственных насаждений на нарушенных рекультивированных землях был изучен живой напочвенный покров, так как ЖНП является одним из важных компонентов при формировании древостоя на начальных этапах и его изучение может стать основой для принятия решений о проведении лесохозяйственных мероприятий.

В таблице 5.19. представлена характеристика живого напочвенного покрова под пологом искусственных насаждений на рекультивированных карьерах. Из представленных в таблице 5.19. данных следует, что наибольшее количество семейств встречается на ПП – А1 и А3, а наименьшее на ПП- С1 и А13. Доминирующими семействами на значительной части площадей являются Астровые (*Asteraceae*) (все ПП кроме С1), Бобовые (*Fabaceae*), Грушанковые (*Pyrolaceae*) (все ПП кроме Б6, А10, Б1), Мятликовые (*Poaceae*) (кроме С1), Розоцветные (*Rosaceae*) (кроме С1 и А13).

Наибольшее проективное покрытие занято семействами Астровые на ПП А12, семейством Бобовые – ПП А8, Грушанковые – ПП А2, Кипрейные (*Onagraceae*) – ПП-А9, Мятликовые – ПП А10, Розоцветные – ПП А3.

Таблица 5.19. – Характеристика живого напочвенного покрова в искусственных насаждениях на нарушенных рекультивированных землях, шт

Пробная площадь	Количество семейств, шт.	Количество видов, шт.	Общее процентное покрытие, %	Надземная фитомасса	
				в сыром состоянии, кг/га	В абсолютно сухом состоянии, кг/га
Б6	13	27	44	1569	465
А10	11	25	81	4507	1022
Б1	10	21	34	521	207
А9	12	27	46	3791	725
Б7	14	29	27	377	119
А12	11	25	53	1985	313
А8	9	23	35	526	114
Б3	9	25	19	161	54
Б4	14	36	40	389	130
А14	14	34	54	601	150
А7	12	26	18	241	70
А13	5	15	20	354	85
А6	12	25	24	206	44
А5	11	26	14	154	35
А4	12	23	17	167	40
Б5	10	17	7	53	17
С2	8	14	7	28	7
А3	14	32	31	432	106
А1	14	34	29	359	107
А2	13	29	36	601	172
С1	4	8	4	17	5

Доминирующими видами в семействе Астровые являются бодяк полевой (*Cirsium arvanse* (L.) Scop.), мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.), нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare* (Vaill.) Lam.); в семействе Бобовые - клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), вика мышиная (*Vicia cracca*

L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.); в семействе Грушанковые – ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House); в семействе Мятликовые – мятлик луговой (*Poa pratensis* L.); в семействе Розоцветные – земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.).

На ПП С1 и С2 встречаются краснокнижные виды: гудайера ползучая (*Goodyera repens* (L.) R. Br.), ятрышник мужской (*Orchis mascula* (L.) L.), ятрышник шлемоносный (*Orchis militaris* L.).

На ПП А8, расположенной на рекультивированном Красноармейском месторождении доминирующими видами по проективному покрытию являются вика мышиная и клевер луговой. Данные виды доминируют на данном участке в связи с тем, что для повышения биологической активности на месторождении одним из этапов рекультивации было проведено высеивание сидератов: вика мышиная, клевер луговой, клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) и овёс посевной (*Avena sativa* L.).

На рисунке 5.19. представлено распределение надземной фитомассы и проективного покрытия ЖНП на пробных площадях в изучаемых искусственных насаждениях, а на рисунках 5.20. и 5.21. распределение количества видов и надземной фитомассы в абсолютно сухом виде по ценотипам под пологом лесных культур. Пробные площади на рисунках 5.19. - 5.21. расположены в порядке увеличения возраста лесных культур.

Наибольшие показатели по надземной фитомассе и проективному покрытию ЖНП имеет ПП А10. Данная ПП находится на месторождении Старковское II, её особенностью является то, что она окружена стеной леса. На ПП А10 преобладают синантропные виды, такие как бодяк полевой, иван-чай узколистый (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), мать-и-мачеха обыкновенная. На данном участке лесные культуры имеют низкую полноту, поэтому на ПП хорошее освещение, необходимое для живого напочвенного покрова.

На ПП А9 преобладают синантропные виды – бодяк полевой и иван-чай узколистый. Данные виды размещены на площади мозаично, преимущественно на участках без древесной растительности.

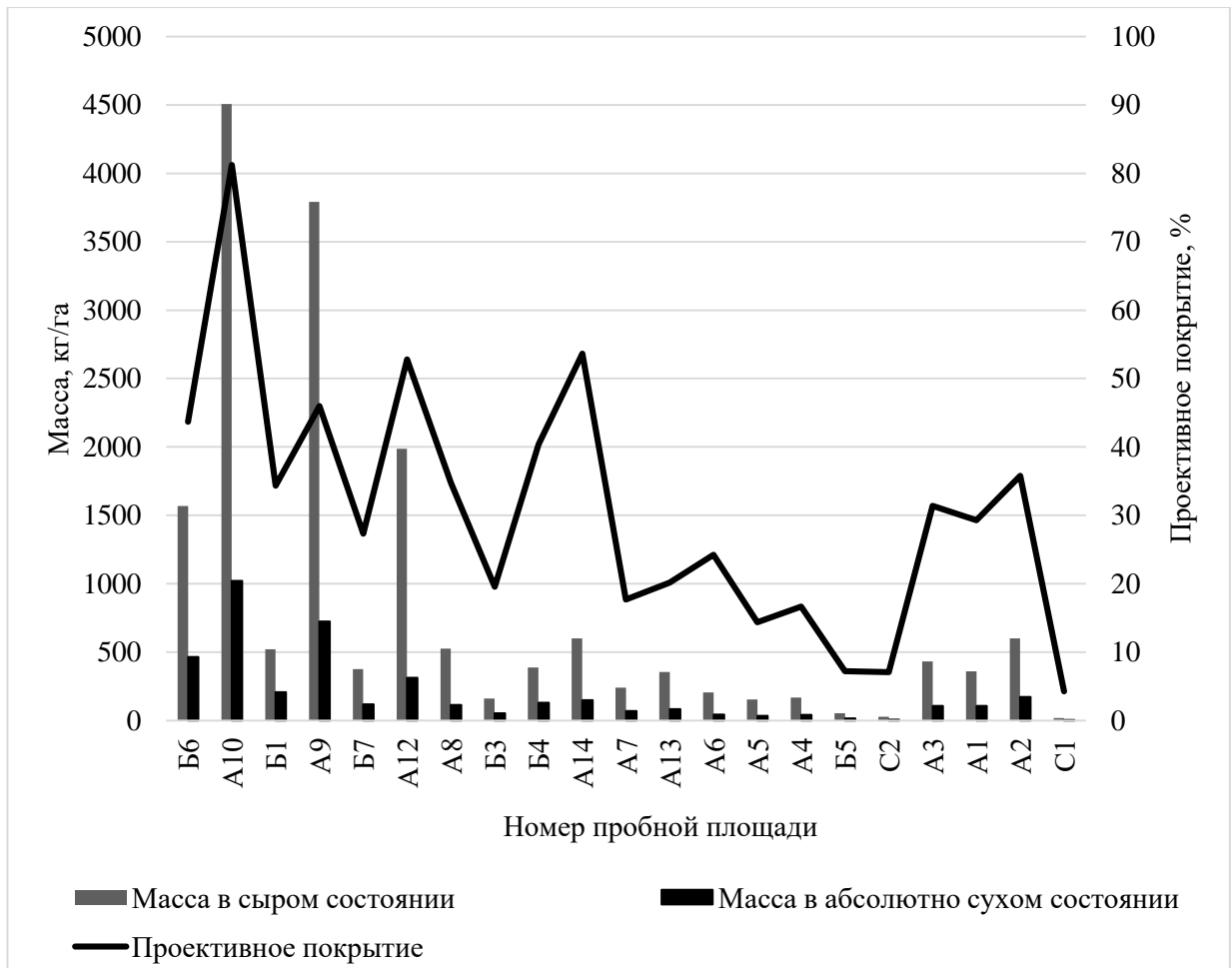


Рисунок 5.19. – Проективное покрытие и общая надземная фитомасса ЖНП в сыром и абсолютно сухом состоянии на ПП в искусственных насаждениях

Наибольшее количество синантропных видов встречается на ПП А10 (14 шт.), а по фитомассе – на ПП А9 (651,5 кг/га). Наименьшее количество синантропных видов наблюдается на ПП С1 (1 шт.). На ПП А1 и А2 встречаются синантропные виды, но фитомасса их очень мала, по сравнению с таким же количеством видов на других изучаемых ПП – 2,7 и 6,9 кг/га соответственно.

На ПП Б3 встречается всего 2 лесных вида земляника лесная и костяника каменистая, но по доле участия в надземной фитомассе ЖНП, данные виды имеют максимальное значение – 48% (25,96 кг/га). На ПП А4 аналогичная ситуация: всего 5 лесных видов, но на них приходится наибольшая доля надземной фитомассы – 74% (29,6 кг/га).

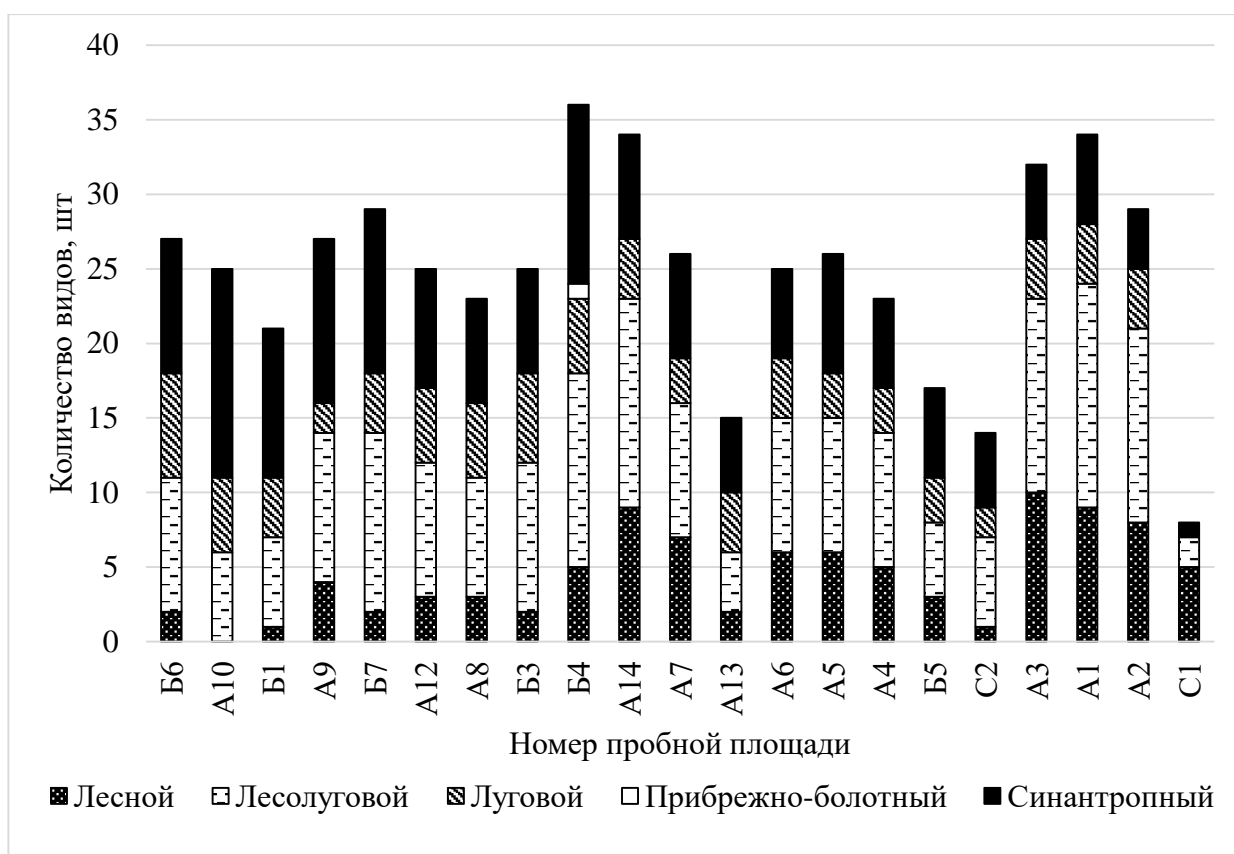


Рисунок 5.20. – Распределение количества видов ЖНП под пологом лесных культур по ценотипам

Высокий показатель проективного покрытия ЖНП наблюдается на ПП-А14. Данная пробная площадь отличается изрезанным микрорельефом из-за происшедших эрозийных процессов. Кроме того, рядом с данной ПП находится заболоченный участок, примыкающий к её западной части. Доминирует здесь лесолуговой вид - вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth). Также отмечается высокая доля лесных видов 35%, среди которых преобладают перловник поникший (*Melica nutans* L.), костяника каменистая, сныть обыкновенная.

Малая доля лесных видов на ПП-С2 объясняется узкой вытянутой формой выдела, благодаря чему под пологом древостоя созданы благоприятные по освещению условия для синантропных и луговых видов.

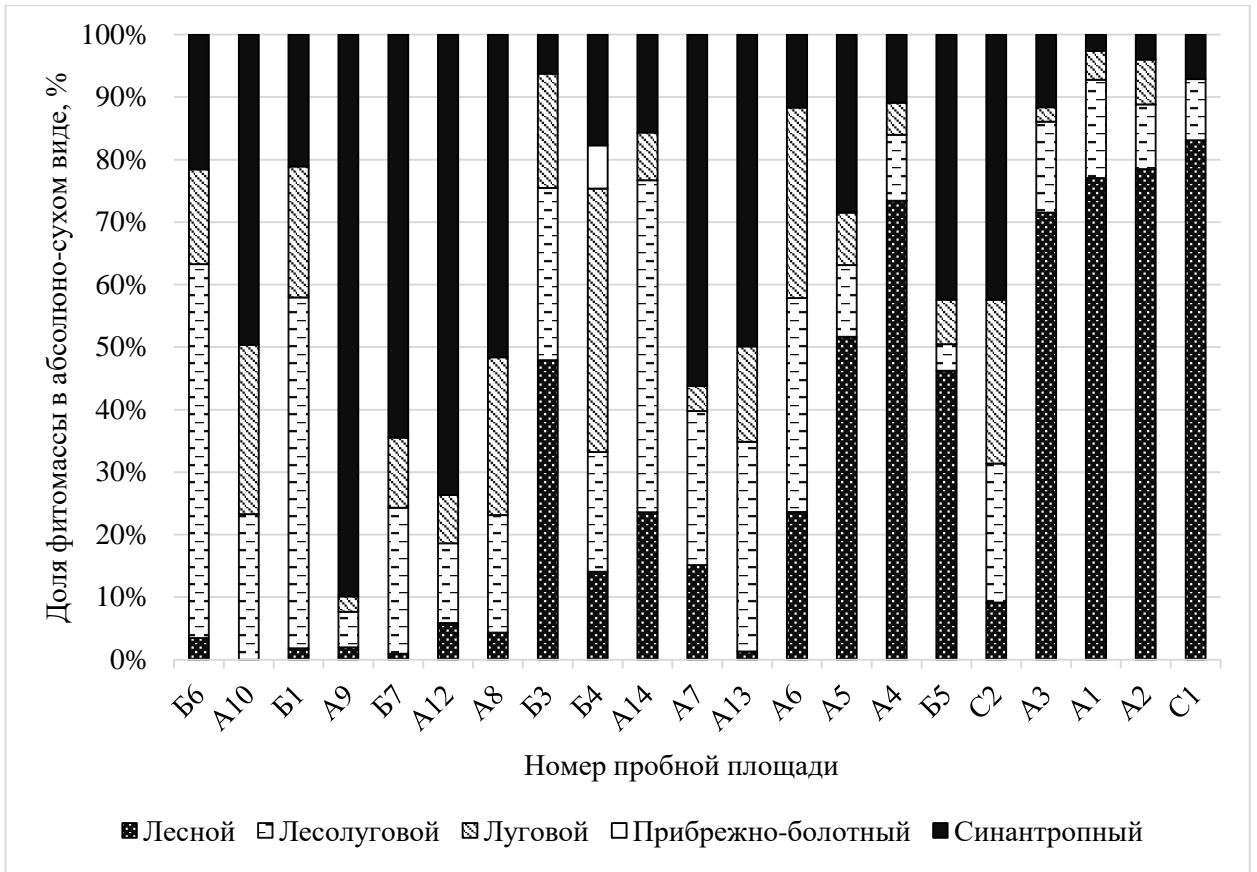


Рисунок 5.21. – Распределение доли надземной фитомассы ЖНП (в абсолютно сухом состоянии) под пологом лесных культур по ценотипам

На ПП А1...А3 довольно большое проективное покрытие ЖНП среди изучаемых лесных участков. Последнее объясняется тем, что доминируют такие лесные виды как грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), грушанка средняя (*Pyrola media* Swartz), костяника каменистая, ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House), для которых характерно групповое размещение.

ПП-Б4 общее проективное покрытие ЖНП составляет 40% при этом доминируют луговые виды – мятлик луговой и лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris* Moench). Кроме того, на данной ПП встречается прибрежно-болотный вид – тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Это может быть связано с тем, что севернее и восточнее рассматриваемого насаждения имеются затопленные части карьера, вокруг которых произрастает данный вид (рис. 5.22.).



Рисунок 5.22. – Затопленная часть Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин

В целом, можно отметить, что под пологом искусственных сосновых насаждений имеется тенденция на увеличение доли лесных видов с увеличением возраста древостоев, и одновременно с этим уменьшение доли синантропных и луговых видов.

При изучении сходства между пробными площадями нами были рассчитаны коэффициенты по П. Жаккару и Т. Сьеренсену в приложении 4 представлены результаты расчета коэффициентов.

При сравнении изучаемых ПП между собой при расчете коэффициента Жаккара наблюдается малое соответствие. Нет соответствия между площадями – А4 и А9, Б1 и А3, С2 и А14, С2 и А13, С2 и А3. ПП С1 не имеет сходства ни с одной из площадей.

По коэффициенту Серенсена наибольшее сходство наблюдаются между площадями А1 и А14, А1 и А6, А1 и А4, А1 и А3, А2 и А1 – в пределах от 71

до 79%. Такие коэффициенты могут быть объяснены тем, что указанные насаждения имеют среднюю и высокую полноту древостоя, под которым значительную долю составляют лесные виды. Стоит отметить высокий коэффициент сходства между ПП - Б1 и Б6 это можно объяснить непосредственной близостью этих двух пробных площадей. ПП А8 и А12 имеют коэффициент сходства 68%, что также объясняется тем, что насаждения близки по возрасту и имеют сходную полноту древостоя, на этих участках в ЖНП преобладают синантропные виды. ПП-С1 значительно отличается по видовому составу от прочих насаждений по причине наличия большой доли краснокнижных видов, которые произрастают только там.

Динамика изменения встречаемости доминирующих синантропных и лесных видов в зависимости от возраста насаждений представлен на рисунках 5.23. и 5.24.

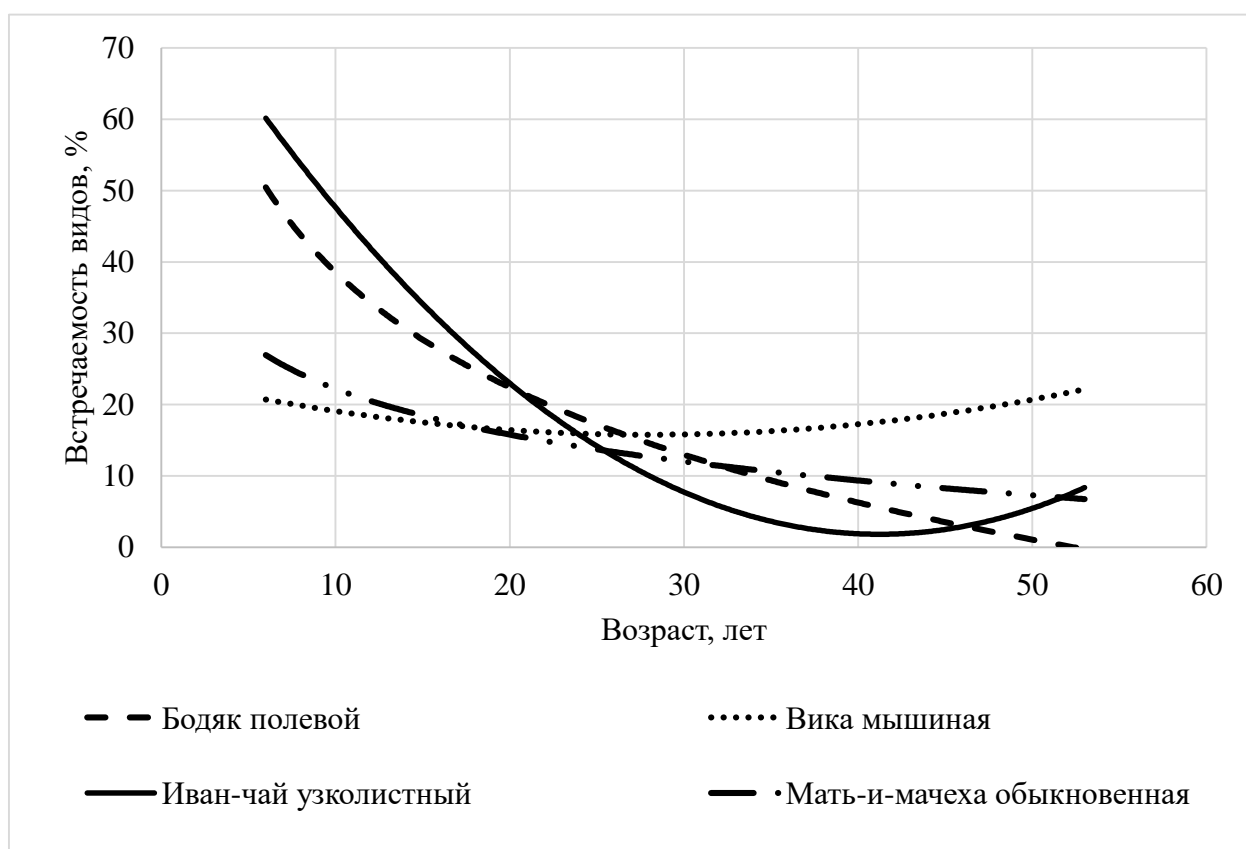


Рисунок 5.23. – Встречаемость синантропных видов-доминантов в зависимости от возраста насаждения

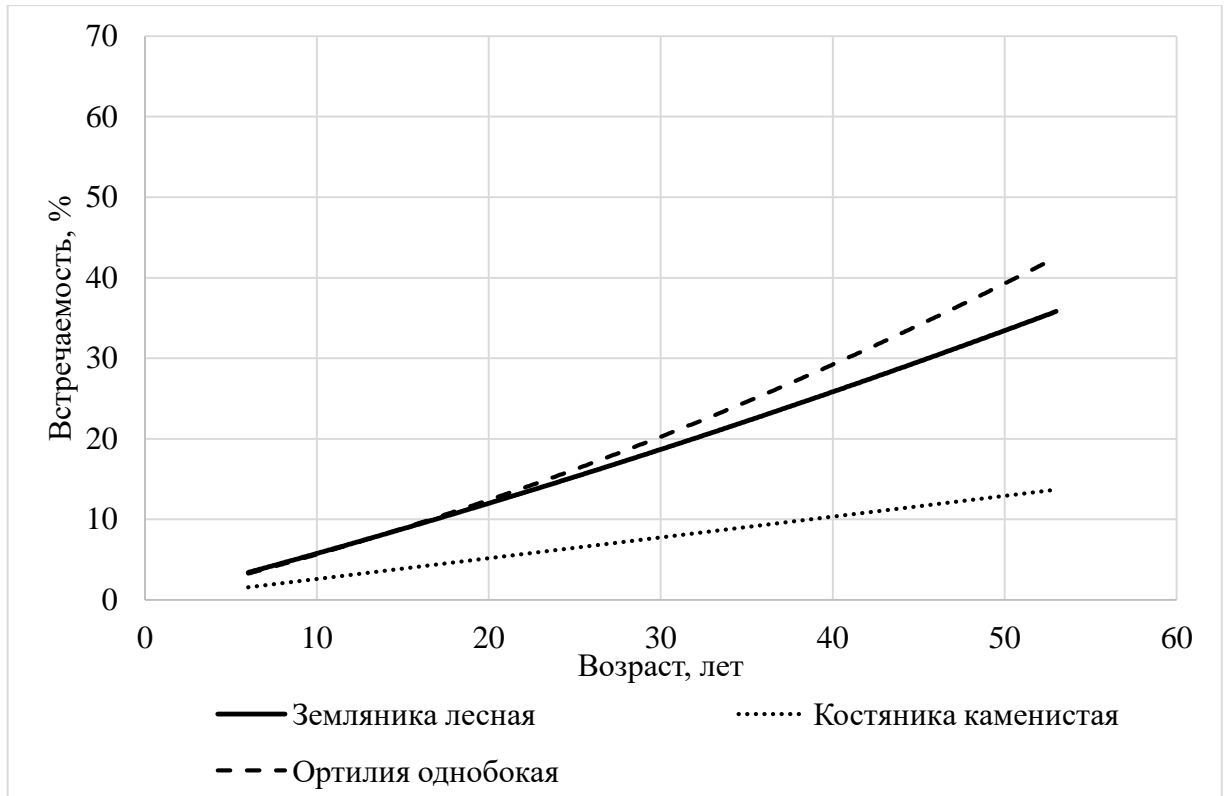


Рисунок 5.24. – Встречаемость лесных видов-доминантов в зависимости от возраста насаждения

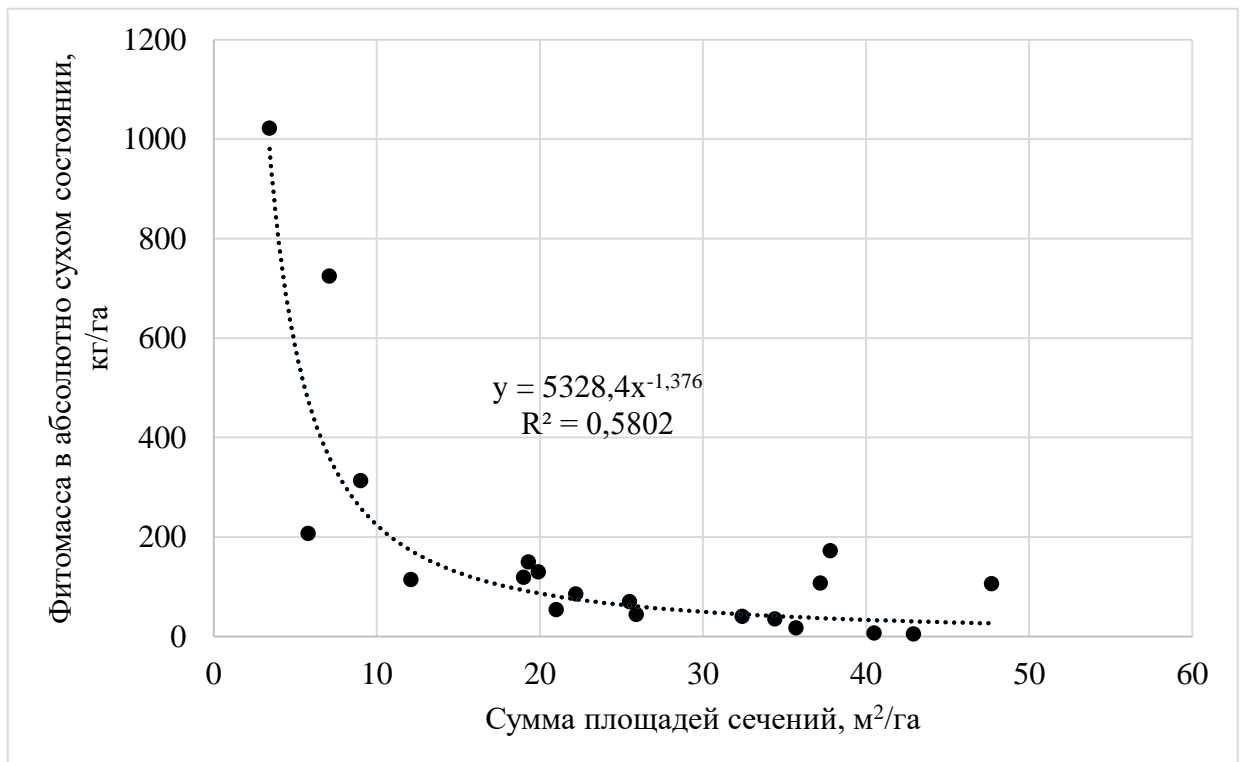


Рисунок 5.25. – Зависимость надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии от абсолютной полноты древостоев

Прослеживается тенденция сокращения встречаемости синантропных видов – бодяк полевой, иван-чай узколистный, мать-и-мачеха обыкновенная с увеличением возраста древостоя, а вот показатели вики мышиной указывают на то, что вид в равной степени встречается как на начальных этапах после рекультивации, так и спустя годы.

При изучении распределения встречаемости лесных видов ЖНП – ортлики однобокой, земляники лесной, костяники каменистой хорошо прослеживается следующая закономерность: с возрастом встречаемость рассматриваемых лесных видов увеличивается.

Изменение надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии зависит от изменения абсолютной полноты древостоев. На рисунке 5.25 представлен график зависимости надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии от абсолютной полноты древостоев на изучаемых ПП. Значительное уменьшение фитомассы наблюдается при достижении древостоями абсолютной полноты 10 м²/га.

Уравнение зависимости надземной фитомассы ЖНП от возраста и от относительной полноты древостоя характеризовались более низким значением коэффициента детерминации, поэтому свой выбор мы остановили на зависимости надземной фитомассы ЖНП от абсолютной полноты.

Для изучения распределения надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии в зависимости от ценотипа и абсолютной полноты использовались данные для искусственных древостоев, отобранных для построения таблицы хода роста (рис. 5.26.). Можно заметить, что наиболее значительные изменения прослеживаются в сокращении фитомассы синантропных видов, также отмечается тенденция сокращения массы у луговых и лесолуговых видов. У лесных видов происходят обратные изменения – увеличение надземной фитомассы с увеличением суммы площадей сечений древостоя.

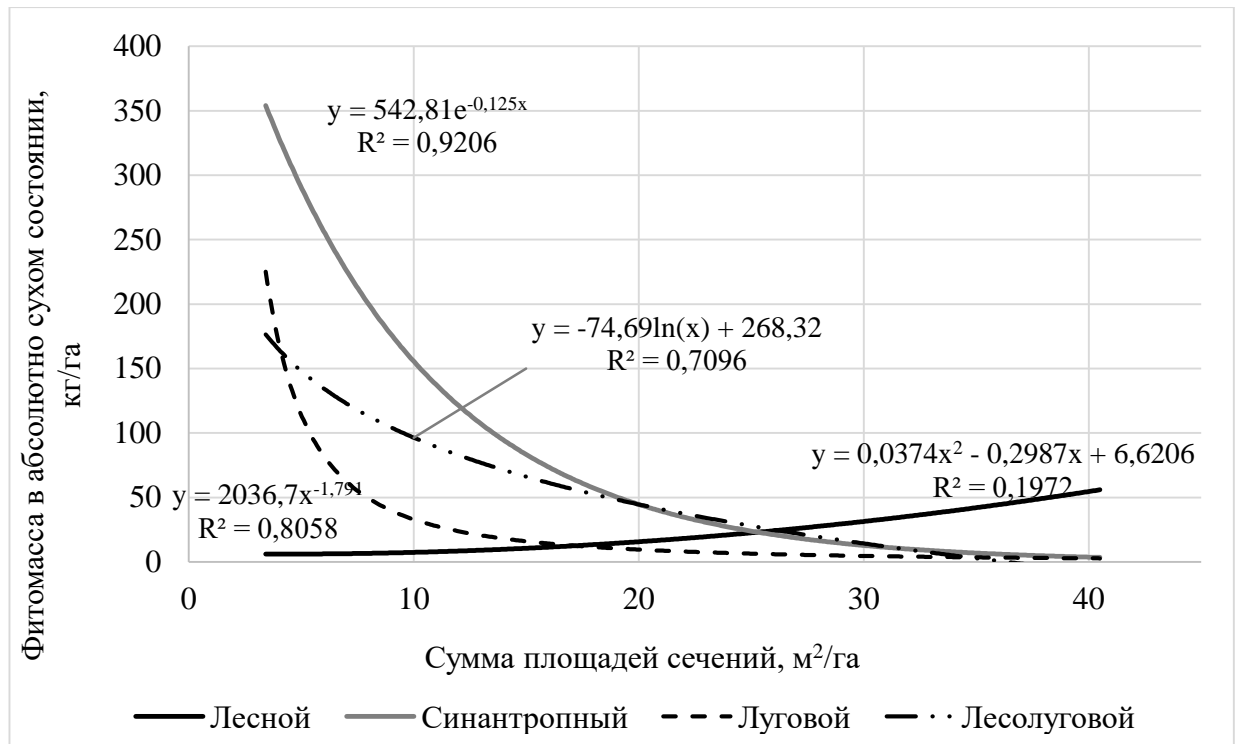


Рисунок 5.26. – Зависимость надземной фитомассы ЖНП различных ценологов в абсолютно сухом состоянии в зависимости от абсолютной полноты древостоев

При анализе связи общего количества видов ЖНП от возраста искусственных сосновых насаждений зависимости выявлено не было, так как на количество видов может влиять множество факторов – освещение, источник распространения семян, влажность, сомкнутость полога древостоя и т.д.

5.3. Пути повышения эффективности рекультивации выработанных карьеров по добыче глины

В связи с тем, что на выработанных карьерах по добыче глины наблюдается значительная надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии растений из семейств Бобовые (в среднем для дна карьеров - более 0,5 т/га) и Злаковые (в среднем для дна карьеров - более 0,15 т/га), которые обладают высокой кормовой ценностью, карьеры по добыче глин могут использоваться в сельскохозяйственных целях, а в частности – для выпаса скота или сенокоса (Осипенко и др., 2021) (таблица 5.20.).

Таблица 5.20. – Распределение количества видов по хозяйственному значению на месторождениях Сухоложского лесничества

Хозяйственное значение	Месторождение Красноармейское II	Месторождение Старковское II	Троицко-Байновское месторождение
Декоративное	9	12	3
Дубильное	5	5	2
Жирномасличное	2	3	1
Инсектицидное	6	9	1
Кормовое	32	37	8
Красильное	18	18	4
Лекарственное	42	43	11
Медоносное	33	41	7
Перганосное	2	2	0
Пищевое	14	15	2
Поделочное	0	1	0
Пряное	4	4	1
Техническое	3	2	2
Целлюлозное	0	2	1
Эфирномасличное	4	2	1
Ядовитое	7	7	0

Грунт выработанных карьеров по добыче глины безопасен в радиационном плане (I класс радиационной безопасности), не содержит тяжелых металлов и других опасных для животных и человека химических элементов.

Выпас скота на выработанных карьерах или заготовка сена будут способствовать вегетативному возобновлению растений и в итоге ускорят формирование почвы. Последнему в значительной степени будет способствовать наличие клубеньковых бактерий на корнях видов семейства Бобовые. При организации выпаса животных не следует пасти их весной во избежание повреждения всходов древесных растений.

Помешать выпасу скота может бытовой мусор, который местное население свозит в выработанные карьеры. Поэтому в случае выпаса скота на карье-

рах важно предотвратить вывоз мусора на них. Для этого как минимум следует устанавливать информационные аншлаги, разъясняющие пагубность данного деяния и информирующие о выпасе скота на данном участке.

При условии нанесения плодородного слоя, рекультивированные карьеры могут использоваться также для садоводства и огородничества. Подтверждением этому служит участок сельхозугодий на рекультивированном карьере месторождения Красноармейское I (выделен в материалах лесоустройства) и садоводческое товарищество «Связист», расположенное на рекультивированном карьере месторождения Нижне-Рефтинское.

Во время технического этапа рекультивации в наиболее глубоком месте карьерной выемки следует создавать углубление под водоем, который будет аккумулировать в себе всю лишнюю влагу, поступающую в карьер в виде атмосферных осадков. Это позволит избавиться от периодических подтоплений отдельных участков дна карьера, которые препятствуют росту растительности. На первых этапах водоем может использоваться в качестве водопоя для скота, а после посадки лесных культур – в качестве пожарного водоема.

В случае, если выпас скота не планируется, то водоем на дне карьера может использоваться для рекреационных целей, как это реализовано на Курьинском месторождении (рис. 5.15.). В случае комбинирования лесохозяйственного и рекреационного направлений рекультивации, необходимо осуществлять противопожарное обустройство территории. Подтверждением данному утверждению служат многочисленные следы низовых пожаров в лесных культурах на Курьинском месторождении.

Выводы

1. Тип леса, формирующийся на рекультивированных участках с лесными культурами сосны, по живому напочвенному покрову похож на разнотравный тип леса, однако исследуемые лесные культуры на рекультивированных карьерах менее продуктивны, чем лесные культуры, произрастающие в

условиях данного типа леса по данным И.С. Сальниковой с соавторами и по С.В. Залесову с соавторами.

2. Доминирующими семействами травянистых растений ЖНП, произрастающего в искусственных сосновых насаждениях, на рекультивированных карьерах по добыче глины являются - Астровые, Бобовые, Грушанковые, Мятликовые, Розоцветные.

3. На участках, расположенных на территории Курьинского месторождения огнеупорных глин произрастают краснокнижные виды - гудайера ползучая, ятрышник мужской, ятрышник шлемоносный.

4. С увеличением абсолютной полноты искусственных древостоев сокращается количество синантропных видов под их пологом и увеличивается доля лесных видов.

5. По коэффициенту Серенсена большое сходство (от 71 до 79%) живого напочвенного покрова наблюдаются на площадях, заложенных на месторождениях Нижне-Рефтинское и Старковское I: А1 и А14, А1 и А6, А1 и А4, А1 и А3, А2 и А1.

6. В надземной фитомассе ЖНП лесных культур выделяются следующие доминирующие виды: мать-и-мачеха обыкновенная, клевер луговой, иван-чай узколистный, мятлик луговой, земляника лесная, костяника, ортилия однобокая.

7. Наибольшая фитомасса ЖНП в 13-летних лесных культурах на ПП-А10 – 1021,57 кг/га, а наименьшая на ПП-С1 в 53-летних лесных культурах – 4,88 кг/га.

8. Наибольшая надземная фитомасса наблюдается в лесных культурах с абсолютной полнотой менее 10 м²/га. При дальнейшем увеличении полноты происходит снижение средних значений надземной фитомассы. Однако бывают и исключения, например, на ПП А1...А3 зафиксирована довольно большая фитомасса, накопленная следующими видами: костяника каменистая, ортилия однобокая, грушанка круглолистная, грушанка средняя, земляника лесная.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе при помощи типовых методик, применяемых в геоботанике, лесоводстве и лесной таксации, раскрывается вопрос формирования травянистой и древесной растительности на территории месторождений огнеупорных и кирпичных глин, расположенных в пределах Средне-Уральского таежного лесного района.

На участках карьеров, где не проводилась рекультивация (месторождение Красноармейское II и Старковское II) формирование первичных сукцессий происходит преимущественно за счет травянистой растительности. Проектное покрытие ЖНП на данных карьерах в среднем составляет 64 и 65%. Доминирующими семействами на выработанных карьерах месторождений Красноармейское II и Старковское II являются: Астровые, Бобовые, Мятликовые, Розоцветные. На данных месторождениях зафиксировано 69 и 76 видов травянистых растений соответственно, среди которых доминируют синантропные виды: мать-и-мачеха обыкновенная, иван-чай узколистый, бодяк полевой, донник белый, донник лекарственный; луговой вид – клевер луговой. Живой напочвенный покров на дне и склонах выработанных карьеров по добыче глины способствует формированию верхнего плодородного слоя почвы, что в свою очередь создает условия для формирования в будущем высокопроизводительных насаждений.

На нерекультивированных участках карьера Троицко-Байновского месторождения процесс первичной сукцессии начинается преимущественно с древесно-кустарниковых растений – ивы серой и козьей, осины, сосны обыкновенной, березы повислой. Среднее количество подроста (в пересчете на крупный жизнеспособный) на данных участках составляет 3,8 тыс. шт./га. На дне Троицко-Байновского месторождения 32% подроста отнесены к категории сомнительного. Также для данного месторождения характерно групповое размещение растительности. Живой напочвенный покров нерекультивированных

участков Троицко-Байновского месторождения состоит из 16 видов. Доминирующими семействами являются Астровые и Мятликовые. Доминируют виды – вейник наземный и иван-чай узколистный. Проективное покрытие ЖНП на карьере в среднем не превышает 6%. Столь медленный процесс восстановления растительности на нерекультивированных участках карьера Троицко-Байновского месторождения объясняется его большой площадью и глубиной, а также эрозионными процессами, которые там происходят.

На дне выработанных карьеров восстановление травянистой и древесной растительности происходит более успешно, чем на склонах. Это объясняется тем, что на склонах карьеров происходит эрозия почвы и смыв семян растений. Выполаживание склонов и выравнивание дна карьера ослабляют эрозионные процессы и создают более благоприятные условия для произрастания растений. Кроме того, выравнивание поверхности дна карьера позволяет свободно передвигаться по выработанному карьере людям и животным, что необходимо в случае если в будущем планируется посадка лесных культур или выпас скота.

Наименьшие показатели проективного покрытия и надземной фитомассы ЖНП, а также наименьшее количество всходов и подроста наблюдается на участках карьеров с периодическим подтоплением. Наибольшее же проективное покрытие ЖНП и количество подроста наблюдается на участках, где в том или ином виде присутствует верхний плодородный слой почвы: выположенные склоны; кучи некачественной глиняной массы; участки склонов по которым происходит смыв грунта с поверхности над карьером; участки, на которых не велась добыча глины; участки на которые наносился грунт при рекультивации.

По мере увеличения давности окончания работ по добыче глины видовое разнообразие и надземная фитомасса ЖНП на нерекультивированных карьерах по добыче глины возрастают.

Надземная фитомасса ЖНП на нерекультивированных участках изучаемых карьеров имеет следующие значения: месторождение Красноармейское II

от 485 до 4230 кг/га, Старковское II от 574 до 2000 кг/га, Троицко-Байновское – от 32 до 42 кг/га в абсолютно сухом состоянии. На рекультивированных участках значения надземной фитомассы ЖНП колеблются от 5 до 1022 кг/га.

Древесно-кустарниковая растительность на нерекультивированных участках выработанных карьеров представлена сосной обыкновенной, березой пушистой, березой повислой, осиной, ивой серой и ивой козьей, раkitником русским. Однако наибольшее распространение, благодаря своим биологическим особенностям, имеет сосна обыкновенная. Именно данная порода лучше всего произрастает на рекультивированных карьерах по добыче глины.

На всех карьерах преобладает жизнеспособный мелкий подрост. Средний возраст мелкого подростка составляет от 3 до 5 лет, среднего – от 5 до 11 лет, крупного – от 8 до 12 лет. Накопление крупного подростка происходит медленными темпами в связи с неблагоприятными почвенными и орографическими условиями. Несмотря на это, большую часть исследованных участков карьеров месторождений Красноармейское II и Старковское II по количеству подростка можно перевести в покрытие лесом земли. В пользу сделанного вывода свидетельствуют также высокие показатели встречаемости подростка сосны. На Троицко-Байновском месторождении количество подростка недостаточно для перевода земель в покрытые лесом земли.

Создание лесных культур на выработанных карьерах глины значительно ускоряет процесс лесовосстановления и помогает в борьбе с одной из частых проблем для карьеров глины – незаконным вывозом мусора местным населением и различными недобросовестными организациями на территорию выработанных карьеров.

Доминирующими семействами травянистых растений ЖНП, произрастающих в искусственных сосновых насаждениях, на рекультивированных карьерах глины являются: Астровые, Бобовые, Грушанковые, Мятликовые, Розоцветные. Доминирующими видами ЖНП по надземной фитомассе являются

следующие виды: мать-и-мачеха обыкновенная, клевер луговой, иван-чай узколистный, мятлик луговой, земляника лесная, костяника каменистая, ортилия однобокая.

Тип леса, формирующийся на рекультивированных участках с лесными культурами сосны, по живому напочвенному покрову, на данный момент, можно классифицировать как разнотравный, однако исследуемые лесные культуры на рекультивированных карьерах менее продуктивны, чем лесные культуры на вырубках, произрастающие в условиях данного типа леса по И.С. Сальниковой с соавторами и по С.В. Залесову с соавторами.

С увеличением абсолютной полноты искусственных древостоев происходит уменьшение надземной фитомассы и проективного покрытия, а также сокращается количество синантропных видов под их пологом и увеличивается доля лесных видов. Наибольшая надземная фитомасса наблюдается в лесных культурах с абсолютной полнотой менее 10 м²/га. При дальнейшем увеличении полноты происходит снижение средних значений надземной фитомассы. Однако бывают и исключения, например, на ПП А1...А3 зафиксирована довольно большая надземная фитомасса, накопленная следующими лесными видами: костяника каменистая, ортилия однобокая, грушанка круглолистная, грушанка средняя, земляника лесная.

На рекультивированном более 50 лет назад участке Курьинского месторождения огнеупорных глин под пологом лесных культур были зафиксированы краснокнижные виды – гудайера ползучая, ятрышник мужской, ятрышник шлемоносный.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для ускорения естественного зарастания выработанных карьеров по добыче глины, рекомендуется:

1. Как можно более качественно и в полном объеме выполнять такие мероприятия технического этапа рекультивации как выполаживание склонов карьера, выравнивание дна карьера, нанесение почвогрунта на рекультивируемую поверхность.

2. Создавать водоем в наиболее глубоком месте карьерной выемки. Данное мероприятие будет способствовать отводу лишней воды с поверхности карьера, что решит проблему вымокания растений, произрастающих на дне карьера. Созданный водоем может использоваться в качестве водопоя для животных, в качестве противопожарного водоема, или в качестве места отдыха.

3. Создавать лесные культуры в случаях, когда естественное возобновление затруднено из-за большой площади карьера или отсутствия обсеменителей. При этом создавать лесные культуры следует после того как на рекультивированном участке будет отсыпан слой почвогрунта или как минимум будут внесены органические удобрения в виде навоза или сидератов.

4. В качестве главной породы использовать для создания лесных культур сосну обыкновенную.

5. Противодействовать вывозу мусора местным населением и организациями путем установки информационных аншлагов, шлагбаумов, посадки лесных культур, пропаганды экологической культуры.

6. При отсутствии возможности отсыпки карьерной выемки слоем почвогрунта, за несколько лет до посадки лесных культур, рекомендуется осуществлять на рекультивируемых карьерах выпас скота с целью естественного внесения на поверхность карьерной выемки органических удобрений в виде навоза. Выпас скота рекомендуется осуществлять только в летнее время, для предотвращения уплотнения почвы.

7. При отсутствии возможности отсыпки карьерной выемки слоем почвогрунта, рекомендуется осуществлять посев трав. Использовать следует виды многолетних растений, способные быстро формировать дернину и прекращать дефляцию субстратов: клевер луговой, клевер ползучий, вика мышиная, люцерна хмелевидная, мятлик луговой, пырей ползучий, вейник наземный, донник белый, донник лекарственный. Кроме того, данные виды растений имеют кормовое значение и будут полезны при выпасе скота или заготовке сена на карьерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агроклиматические ресурсы Свердловской области. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 158 с.

Александрова, В.Д. Классификация растительности / В.Д. Александрова. – Л.: Наука, 1969. – Т. 274. – 275 с.

Алиев, И.Н. Использование дикорастущих плодовых растений для рекультивации бросовых земель Кабардино-Балкарии / И.Н. Алиев, З.Х. Хамарова, Д.М. Карданова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. – №. 1. – С. 5-17.

Альберг, Н.И. Самовосстановление нарушенных при горных разработках территорий / Н.И. Альберг // Вестник ВСГТУ. – 2011. – №. 1. – С. 172-175.

Аткина, Л.И. Рекультивация нефтезагрязненных земель как фактор техногенного преобразования ландшафтов Ханты-Мансийского Автономного округа / Л.И. Аткина, С.В. Залесов // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири: Материалы научно-производственной конференции. – Томск: ТГУ, 2003. – С. 29-32.

Бакарова, Н.С. Проблемы рекультивации земель в районах Крайнего севера на примере Средневилюйского газоконденсатного месторождения / Н.С. Бакарова, Т.Е. Афонина // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. – 2013. – С. 6-10.

Бараз, В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие / В.Р. Бараз. – Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. – 102 с.

Баранник, Л.П. Проектирование лесной рекультивации на нарушенных землях для использования их в лесохозяйственных и рекреационных целях при разработке экспериментальных схем рекультивации в Кемеровской области: биологическая рекультивация земель в Сибири и на Урале / Л.П. Баранник. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 28-46.

Баталов, А.А. Лесная рекультивация промышленных отвалов в Башкирии / А.А. Баталов, А.Ю. Кулагин, Н.А. Мартьянов, О.Б. Горюхин. – Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1988. – 24 с.

Бачурина, А.В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства / А.В. Бачурина, С.В. Залесов, О.В. Толкач // Экология и промышленность России. – 2020. – Т. 24., № 6. – С. 67-71.

Белюченко, И.С. Методы рекультивации нарушенных земель / И.С. Белюченко // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т. 15., №. 1. – С. 4-13.

Борисевич, Д.В. Рельеф и геологическое строение / Д.В. Борисевич // Урал и Предуралье. – М.: Наука, 1968. – С. 19-81.

Браун, Д. Методы исследования и учета растительности: учеб. пособие / Д. Браун. – М.: Изд-во иностр. лит., 1957. – 89 с.

Бунькова, Н.П. Основы фитомониторинга: учеб. пособие / Н. П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.Г. Магасумова, Р.А. Осипенко. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – 90 с.

Внуков, А.А. Экологические аспекты лесовосстановления на нарушенных землях (на примере золоотвалов Верхнетагильской и Рефтинской ГРЭС) / А.А. Внуков // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы Междунар. совещ. – Екатеринбург, 1996. – С. 26-29.

Ворончихина, Е.А. Рекультивация нарушенных ландшафтов: теория, технологии, региональные аспекты / Е.А. Ворончихина. – Пермь, 2010. – 165 с.

Гаджиев, И.М. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев, Ф.К. Рагим – Заде. – Новосибирск: Наука: Сибирское отделение, 1992. – 305 с.

Галанина, Т.В. Технологии биологической рекультивации нарушенных земель с использованием дифференцированных методов восстановления плодородного почвенного покрова / Т.В. Галанина, М.И. Баумгартэн, В.П. Кузнецов // Вестник КузГТУ. - 2011. – №3. – С. 57-59.

Гафуров, Ф.Г. Почвы Свердловской области / Ф.Г. Гафуров. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 396 с.

Годовалов, Г.А. К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Г.А. Годовалов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.И. Чермных // Леса России и хозяйство в них. – 2016. – № 3 (58). – С. 12-19.

Годовалов, Г.А. Районирование лесов Свердловской области / Г.А. Годовалов, С.В. Залесов, Е.Н. Лежнина // Аграрный вестник Урала. - 2011. – № 8 (87). – С. 35-36.

Голованов, А.И. Рекультивация нарушенных земель: учебник / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин; под редакцией А.И. Голованова. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 336 с.

Головастикова, А.В. Видовой и ценотический состав фитоценозов отвалов юрских глин келловейского яруса Михайловского горно-обогатительного комбината Курской магнитной аномалии / А.В. Головастикова, О.В. Нагорная // Самарский научный вестник. – 2020. – Т. 9., №. 2 (31). – С. 42-47.

ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 8 с.

ГОСТ 17.5.1.02-85 Охрана природы (ССОП). Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 16 с.

Горчаковский, П.Л. Определитель сосудистых растений среднего Урала / П.Л. Горчаковский, Е.А. Шурова, М.С. Князев. – М.: Наука, 1994. – 525 с.

Губанов И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России / И.А. Губанов. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. – Т. 2. – 665 с.

Гурьевских, О.Ю. Физико-географическое районирование и ландшафты Свердловской области / О.Ю. Гурьевских, В.Г. Капустин, Н.В. Скок, О.В. Янцер. – Екатеринбург: УрГПУ, 2016. – 280 с.

Дамбын, А. Самовосстановление нарушенных земель в горных разработках Хэнтэйского нагорья Центральной Монголии (на примере Баганурского месторождения угля) / А. Дамбын // Вестник Бурятского государственного университета. Биология. География. – 2015. – №. 4. – С. 262-265.

Данилов, Ю.И. Рост культур сосны в условиях рекультивированных песчаных карьеров / Ю.И. Данилов, А.П. Смирнов, С.В. Навалихин, А.А. Фетисова, В.А. Петров // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2019. – №. 1. – С. 40-53.

Дворецкий, М.Л. Практическое пособие по вариационной статистике / М.Л. Дворецкий. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 102 с.

Егоров, А.П. Способы модернизации базовых классификаций антропогенных ландшафтов / А.П. Егоров, В.В. Козин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2006. – №. 2. – С. 25-30.

Егоров, В.Г. Использование плодово-ягодных кустарников для создания устойчивых техногенных экосистем на отвалах Михайловского ГОКа / В.Г. Егоров, А.И. Стифеев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №. 3. – С. 45-47.

Желева-Богданова, Е.И. Рекультивация на нарушении тернии / Е.И. Желева-Богданова. – София: Изд-во «ПъблишСайСет-Еко», 2010. – 411 с.

Зайцев, Г.А. Лесная рекультивация / Г.А. Зайцев, Л.В. Моторина, В.Н. Данько. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 128 с.

Залесов, С.В. Естественная рекультивация отвала вскрышных пород и отходов обогащения асбестовой руды / С.В. Залесов, Ю.В. Зарипов, Е.С. Залесова // Аграрный вестник Урала. – 2017б. – №. 3 (157). – С. 35-38.

Залесов, С.В. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов, А.С. Оплетаев, О.В.

Толкач // Экология и промышленность России. – 2018. – Т.22., № 12. – С. 58-62.

Залесов, С.В. Состояние лесных насаждений, подверженных влиянию промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь», и реакция их компонентов на проведение рубок обновления / С.В. Залесов, А.В. Бачурина, С.В. Бачурина. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017а. – 277 с.

Залесов, С.В. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев, А.С. Оплетаев, А.А. Терин // ИВУЗ «Лесной журнал». - 2013. - №2. – С. 66-67.

Залесов, С.В. Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на рекультивированном золоотвале / С.В. Залесов, А.С. Оплетаев, А.А. Терин // Аграрный вестник Урала. – 2016. – №. 8 (150). – С. 15-23.

Залесов, С.В. Эффективность лесной рекультивации карьера по добыче огнеупорной глины / С.В. Залесов, А.С. Оплетаев, Е.С. Залесова и др. // Леса России и хозяйство в них. – 2011. – 4 (41) – С. 3-10.

Зарипов, Ю.В. Формирование древесной растительности в выработанных карьерах огнеупорной глины / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Р.А. Осипенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – №. 2-1 (92). – С. 83-88.

Зарипов, Ю.В. Длительность естественной рекультивации отвалов комбината ОАО «УРАЛАСБЕСТ» / Ю.В. Зарипов, О.В. Зуева, Е.С. Залесова // Вестник биотехнологии. – 2017. – №. 2. – Текст: электронный // URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29656395_24520852.pdf (дата обращения: 10.02.2021).

Зарипов, Ю.В. Опыт создания лесных культур на отвалах минерального сырья / Ю.В. Зарипов, Е.С. Залесова, А.И. Чермных, А.Г. Магасумова // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №. 8 (162). – С. 18-23.

Зарипов, Ю.В. Накопление подроста на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов, Е.С. Залесова, С.В. Залесов, Е.П. Платонов // Успехи современного естествознания. – 2019. – №. 7. – С. 21-25.

Зарипов, Ю.В. Опыт рекультивации различных видов нарушенных земель / Ю.В. Зарипов, Р.А. Осипенко, Е.С. Залесова, С.В. Залесов // Экобиотех. - 2020. – Т.3., №4. – С. 621-626.

Зарипов, Ю.В. Последствия естественной рекультивации отвалов хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов // Вестник биотехнологии. – 2017. – №. 2. – Текст: электронный // URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29656396_48840463.pdf (дата обращения: 10.02.2021).

Зарипов, Ю.В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель на месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия: Дис... канд. с.-х. наук. - Екатеринбург, 2018. – 174 с.

Зотеева, Е.А. Ботаника: морфология и систематика растений: учебное пособие / Е.А. Зотеева. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 76 с.

Зубарева, Р.С. Леса южной тайги равнинного Зауралья. / Р.С. Зубарева // Лесообразовательные процессы на Урале: Тр. Ин-та экологии растений и животных. – Свердловск: УФ АН СССР, 1970. – С. 22-69.

Иванова, Н.А. Биологическая рекультивация песчаных карьеров Марийского Заволжья созданием лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.): Дис... канд. с.-х. наук. - Йошкар-Ола, 2020. – 183 с.

Иванова, Н.С. Рекультивация и землевание как эффективное восстановление горнопромышленных ландшафтов / Н.С. Иванова, Е.В. Шипилова // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. – 2018. – С. 461-464.

Исламова, Э.Р. Деятельность военных прокуроров по обращению в суд с исками о возмещении вреда, причиненного земельными правонарушениями / Э.Р. Исламова, К.И. Ключева // Вопросы российского и международного права. – 2019. – Том 9., № 4А. – С. 219-227.

Кандрашин, Е.Р. Биологический этап рекультивации, его хозяйственная и экологическая оценка, проблемы освоения / Е.Р. Кандрашин, Л.П. Баранник, В.А. Андриюханов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – 1992. – С. 98-149.

Капелькина, Л.П. О естественном зарастании и рекультивации нарушенных земель Севера / Л.П. Капелькина // Успехи современного естествознания. – 2012. – №. 11. – С. 98-102.

Капелькина, Л.П. Рекультивация нарушенных земель в Ленинградской области / Л.П. Капелькина // Региональная экология. – 2011. – №. 3-4. – С. 105-110.

Капелькина, Л.П. Экологические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель / Л.П. Капелькина // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы междунар. науч. конф. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – С. 95-104.

Капустин, В.Г. География Свердловской области: учеб. пособие для учащихся старших классов / В.Г. Капустин, И.Н. Корнев. - 2-е изд., перераб. – Екатеринбург: У-Фактория, 2004. – 325 с.

Карамышева З.В. Опыт обработки описаний пробных участков степных сообществ методом Браун-Бланке // Ботан. журн. - 1967. - Т. 52., № 8. - С. 1131–1144.

Каюков, А.Н. Охрана земель как важнейший компонент окружающей среды и средство производства в земле- и природопользовании / А.Н. Каюков // Современные проблемы землеустройства, кадастров и природообустройства. – 2019. – С. 135-140.

Колесников, Б.П. К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов / Б.П. Колесников, Г.М. Пикалова // Растения и промышленная среда: Сб. науч. тр. - Свердловск: УрГУ, 1974. – С. 3-28.

Колесников, Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск, 1973. – 175 с.

Колесников, Б.П. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах. / Б.П. Колесников, Л.В. Маторина // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М., 1978. – С. 5-21.

Колесников, Б.П. Проблемы рекультивации земель / Б.П. Колесников, Л.В. Моторина // Природа. – 1975. – №. 4. – С. 61-69.

Коробкин, В.И. Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Перельский. – Изд. 19-е, дополнен. и перераб. – Ростов на Дону: Феникс, 2014. – 602 с.

Королева, А.С. Определитель растений Новосибирской области / А.С. Королева, И.М. Красноборов, Е.Ф. Пеньковская; Отв. ред. д-р биол. наук, проф. А.В. Кумина. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. – 368 с.

Коронатова, Н.Г. Сукцессия фитоценозов при зарастании выработанных карьеров в подзоне северной тайги Западной Сибири / Н.Г. Коронатова, Е.В. Миляева // Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18., №. 5. – С. 697-705.

Косолапов, А.И. К вопросу обоснования направления использования выработанных пространств карбонатных карьеров / А.И. Косолапов, Ю.А. Плютов, Е.Ю. Назарова // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – №. 2. – С. 32.

Краткая агроклиматическая характеристика Свердловской области. – Екатеринбург, 1993. – Ч. 1. – 250 с.

Кувшинова, К.В. Климат / К.В. Кувшинова // Урал и Приуралье. – М.: Наука, 1968. – С. 82-117.

Кузнецов, А.Ю. Рекультивация антропогенно нарушенных земель: учебное пособие / А.Ю. Кузнецов, Н.П. Чекаев. – Пенза: ПГАУ, 2016. – 216 с.

Кузнецова, Н.В. Рекультивация земель при строительстве автомобильных дорог / Н.В. Кузнецова, Е.Ю. Бадамшина, Р.И. Абдульманов // Теория и практика современной аграрной науки. – 2020. – С. 482-485.

Кулагин, А.Ю. Техногенная трансформация ландшафтов при добыче полезных ископаемых и лесная рекультивация как способ оптимизации состояния окружающей среды / А. Ю. Кулагин // Известия ОГАУ. – 2010. – №26-1. – С. 219-220.

Куликов, П.В. Определитель сосудистых растений Челябинской области / П. В. Куликов. – Екатеринбург: Ботсад УрО РАН, 2010. – 968 с.

Ледовский, Н.В. Стадийность развития растительности залежей в ходе сукцессионного процесса / Н.В. Ледовский, В.Ф. Абаимов, И.Н. Ходячих // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – №. 3 (59). – С. 176-179.

Лесной план Свердловской области на 2019–2028 годы: [утв. Указом Губернатора Свердловской области от 18.09.2019 №450 УГ]. – Екатеринбург, 2019. – 244 с.

Лесохозяйственный регламент Сухоложского лесничества Свердловской области с изменениями и дополнениями [утвержден Приказом департамента лесного хозяйства Свердловской области от 22.11.2018 г. № 1198]. – Екатеринбург, 2018. – 252 с.

Лисецкий, Ф.Н. Экологические аспекты воспроизводства почвенно-растительного покрова в нарушенных горнодобывающей промышленностью ландшафтах [Электронный ресурс] / Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голуцов, Н.С. Кухарук, О.А. Чепелев // Исследовано в России. – 2005. – С. 2233-2250. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-aspekty-vozproizvodstva-pochvenno-rastitelnogo-pokrova-v-narushennyh-gornodobyvayushey-promyshlennostyu> (дата обращения: 02.09.2021).

Лиханова, И.А. Управляемое восстановление лесных экосистем на песчаных техногенных субстратах крайнесеверной тайги Европейского северо-

востока России / И.А. Лиханова, В.А. Ковалева // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2018. – №. 43. – С. 174-195.

Луганский, Н.А. Лесоведение / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010б. – 432 с.

Луганский, Н.А. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения: учеб. пособие / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010а. – 128 с.

Лукина, Н.В. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель: Хрестоматия / Н.В. Лукина. – Екатеринбург: Урал. гос. университет, 2008. – 256 с.

Лукина, Н.В. Структурная организация лесных фитоценозов на промышленных отвалах Урала / Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина, Т.С. Чибрик // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17., №. 6-1. – С. 220-224.

Лукина, Н.В. Формирование растительности на отвалах Баженовского месторождения хризотил-асбеста / Н.В. Лукина, М.А. Глазырина, Е.И. Филимонова, Т.С. Чибрик, Х.И. Шаповалова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19, №. 2-2. – С. 294-299.

Любарский, Е.П. К исследованию неоднородности ценопопуляций наземно-ползучих растений. / Е.П. Любарский, В.И. Полуянова // Биологические науки. - 1974. – №2 – С. 61 – 65.

Мартынова, Н.А. Некоторые подходы к направленному подбору видов при создании устойчивых культур фитоценозов в антропогенно нарушенных экотопах / Н.А. Мартынова, В.К. Тохтарь // Региональные геосистемы. – 2011. – Т. 15., №. 9-1 (104). – С. 311-315.

Махнев, А.К. Естественная растительность промышленных и урбанизированных территорий Урала / А.К. Махнев, М.Р. Трубина, С.А. Прямоносова. – Свердловск: УрО АН СССР. – 1990. – С. 3-41.

Махнев, А.К. О стратегии биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель в связи с проблемами лесовосстановления и сохранения генетических ресурсов лесообразующих видов / А.К. Махнев, Н.Е. Махнёва // Известия ОГАУ. – 2012. – № 37-1. – С. 214-216.

Махнев, А.К. Особенности роста и развития древесных растений в культурдендроценозах на золоотвале Рефтинской ГРЭС / А.К. Махнев, А.А. Внуков // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы Международного совещания. – Екатеринбург, 1996. – С. 26-29.

Махнев, А.К. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. / А.К. Махнев, Т.С. Чибрик, М.Р. Трубина, Н.В. Лукина, Н.Э. Гебель, А.А. Терин, Ю.И. Еловигов, Н.В. Топорков. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 356 с.

Махонина, Г.И. Начальные процессы почвообразования на отвалах Баженовского месторождения асбеста при их самозарастании / Г.И. Махонина // Растения и промышленная среда. - 1979. – Вып. 6. – С. 82-101.

Мильков, Ф.Н. Антропогенное ландшафтоведение, предмет изучения и современное состояние / Ф.Н. Мильков // Вопросы географии. – Москва: Изд-во Мысль, 1977. – С. 11–27.

Мильков, Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы / Ф.Н. Мильков. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. – 400 с.

Мильков, Ф.Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.

Миркин, Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии / Б.М. Миркин. – М.: Наука, 1985. – 139 с.

Миркин, Б.М. Толковый словарь современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг. – М.: Наука, 1983. – 134 с.

Миркин, Б.М. Фитоценология. Принципы и методы / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг. – М.: Наука, 1978. – 212 с.

Михайлова, А.И. Анализ современной ситуации в области лесохозяйственной рекультивации отвалов горных пород / А.И. Михайлова // ГИАБ. – 2008. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennoy-situatsii-v-oblasti-lesochozyaystvennoy-rekultivatsii-otvalov-gornyh-porod-1> (дата обращения: 22.10.2020)

Михеев, А.Н. Лесная рекультивация нарушенных земель горных склонов в зоне влияния медеплавильного производства (на примере ЗАО «Карабашмедь»): Дис... канд. с.-х. наук. - Екатеринбург, 2013. – 182 с.

Морозов, А.Е. Заращение сейсморазведочных профилей в условиях зеленомошной группы типов леса подзоны северной тайги / А.Е. Морозов, К.А. Башегуров, С.В. Залесов, Р.А. Осипенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – №.1 (103)., Часть 2. – С. 145-150.

Морозов, А.Е. Эффективность рекультивации шламовых амбаров посадкой черенков ивы в условиях подзоны северной тайги / А. Е. Морозов, Л.А. Белов, С.В. Залесов, Р.А. Осипенко // Успехи современного естествознания. – 2021. – №. 2. – С. 19-25.

Морозов, А.Е. Естественное лесовозобновление на сейсморазведочных профилях в условиях лесовозобновления на сейсморазведочных профилях в условиях Западно-Сибирского северотаежного равнинного лесного района / А.Е. Морозов, Р.А. Осипенко, К.А. Башегуров, С.В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – №2 (63). – С. 99-106.

Морозов, А.Е. Классификация нарушенных нефтегазодобычей лесных земель на примере Тепловского месторождения нефти / А. Е. Морозов, Н.А. Кряжевских, Н.А. Луганский, С.В. Залесов // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2001. – Вып. 21. – С. 252–257.

Морозов, А.Е. Эффективность применения различных способов рекультивации нефтезагрязненных земель на территории ХМАО-Югры / А.Е. Морозов, С.В. Залесов, Р.В. Морозова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2010. – №. 5. – С. 36-41.

Морозов, А.Е., Состояние кедровых лесов в условиях воздействия нефтегазодобычи в Ханты-Мансийском автономном округе: Дис... канд. с.-х. наук. - Екатеринбург, 1999. – 379 с.

Морозов, Г.Ф. Учение о лесе. – Вып. 1: Введение в биологию леса / Г.Ф. Морозов. – СПб.: Б. и., 1912. – 367 с.

Муравьева, А.А. Анализ основных терминов и определений в области рекультивации земель, содержащиеся в нормативных правовых актах Российской Федерации / А.А. Муравьева, М.С. Кузьмина, Е.И. Тихомирова // Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения. – Саратов: ООО «Амирит», 2019. – С. 196-200.

Нагимов, З.Я. Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала: Учебное пособие / З.Я. Нагимов, Л.А. Лысов, И.Ф. Коростелев, С.В. Соколов, В.М. Соловьев, Б.С. Фимушин, И.В. Шевелина, Г.В. Анчугова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2002. – 160 с.

Нагимов, З.Я. Ход роста сосновых древостоев разной густоты на Среднем Урале / З.Я. Нагимов // Леса России и хозяйство в них. – 2016. – Вып. 2 (57). – С. 47–54.

Назаренко, Е.Б. Экономическая эффективность рекультивации нарушенных земель / Е.Б. Назаренко, О.В. Гамсахурдия, З.И. Фетищева // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. - 2012. - №5 (88). – С. 181-184.

Назына, К.С. История развития рекультивации нарушенных земель: мировой и российский опыт / К.С. Назына // Научный вестник Московского государственного горного университета. – 2013. – №. 12. – С. 131-138.

Национальный атлас почв Российской Федерации [электронный ресурс] Режим доступа: <https://soil-db.ru/map?name=есо> (дата обращения: 22.10.2020).

Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России: методическое пособие / В.В. Неронов. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. – 139 с.

Никифоров, А.А. Нарушенные земли при добыче алмазов и проблемы их рекультивации / А.А. Никифоров, С.И. Миронова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – №. 8-2. – С. 235-237.

Нуриев, Д.Н. Строение, рост и состояние озеленительных посадок березы повислой (*Betula Pendula Roth*) в условиях г. Екатеринбурга: Дис... канд. с.-х. наук. - Екатеринбург, 2019. – 171 с.

О внесении изменений в Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов: [утв. Приказом Рослесхоза от 15.03.2018 № 173] // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_298083/ (дата обращения 15.03.2020)

Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: [утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367 (ред. от 19.02.2019)] // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_169590/ (дата обращения 03.03.2020)

Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: [утв. Приказом Минприроды России от 04.12.2020 г. №1014] // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371824/ (дата обращения 14.03.2021)

Оленков, В.Д. Создание искусственного рельефа в парках и зонах отдыха, проектируемых на нарушенных территориях / В.Д. Оленков // Экспресс-информация. - 1988. – Вып.4 / МГЦНТИ. – 6 с.

Осипенко, Р.А. Опыт рекультивации песчаных карьеров в северной подзоне тайги / Р.А. Осипенко, Ю.В. Зарипов, Л.А. Белов, А.Е. Морозов // Леса России и хозяйство в них. – 2020. – №. 4 (75). – С. 12-19.

Осипенко, Р.А. Формирование естественных фитоценозов на выработанном карьере кирпичной глины как начальный этап дальнейшего лесоразведения / Р.А. Осипенко, А.Е. Осипенко, Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов // Вестник

Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – №3 (60). – С. 111-117.

Осипенко, Р.А. Мониторинг состояния экосистемы водоохранной зоны реки Лая в пределах техногенной территории / Р.А. Осипенко, Е.А. Зотеева, С.В. Залесов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XV Всероссийской научно-технической конференции. – Екатеринбург, 2019. – С. 462-464.

Осипенко, Р.А. Рекультивированные земли как резерв кормовой базы животноводства / Р.А. Осипенко, Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. - 2021. – №05 (208). – С. 40-54.

Основные положения организации и ведения лесного хозяйства Свердловской области. - Екатеринбург: Поволж. гос. лесоустроит. предприятие, 1995. – 525 с.

ОСТ 56-63-83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. - М.,1983. – 60 с.

Панков, Я.В. Дикоплодовые породы в повышении экологического равновесия техногенных ландшафтов Кабардино-Балкарии / Я.В. Панков, З.Х. Хамарова, И.Н. Алиев // Лесотехнический журнал. – 2016. – Т. 6., №. 3 (23). – С. 40-48.

Панков, Я.В. Лесная рекультивация нарушенных земель / Я.В. Панков, Ф.Е. Иванов, В.Н. Данько и др. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 184 с.

Пасынкова, М.В. Естественное зарастание отвалов медно-колчеданных месторождений / М.В. Пасынкова // Естественная растительность промышленных и урбанизированных территорий Урала: Свердловск: УрО АН СССР, 1990. – С. 9-40.

Пачоский, И.К. Основы фитосоциологии / И.К. Пачоский // Херсон: Студ. комитет С.-х. техникума, 1921. – 346 с.

Пинаев, В.Е. Вопросы рекультивации земель, пресноводных и морских объектов: Монография / В.Е. Пинаев, Д. В. Касимов. – М.: Мир науки, 2017. – 130 с.

Полевой, В.В. Физиология растений. / В.В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.

Половников, А.В. Рекультивация и мелиорация нарушенных земель / А.В. Половников. – Пермь: изд-во Пермской ГСХА, 2016. – С. 51.

Пономаренко, Е.А. Мероприятия по восстановлению нарушенных земель / Е.А. Пономаренко, Т. М. Коломина // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. – 2018. – С. 143-147.

Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель») // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/ (дата обращения 11.02.2020)

Простов, С.М. Способы и устройства для рекультивации нарушенных земель (аналитический обзор): учебное пособие / С.М. Простов, Д.А. Бакашева, Е.М. Полевая. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – 190 с.

Работнов, Т.А. История фитоценологии / Т.А. Работнов. – Москва: Аргус, 1995. – 155 с.

Раков, Е.А. К вопросу формирования флоры на нарушенных промышленностью землях / Е.А. Раков, Т.С. Чибрик // Экология. – 2009. – Т. 6. – 473 с.

Раков, Е.А. Трансформация растительного покрова на рекультивированном золоотвале Нижнетуриной ГРЭС / Е.А. Раков, Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина и др. // Экология и география растений и растительных сообществ: Материалы IV Междунар. научной конференции. – Екатеринбург, 2018. – С. 777-780.

Раменский, Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л.Г. Раменский. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.

Раменский, Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова: Избр. работы / Л.Г. Раменский // АН СССР. Всесоюз. ботан. о-во. – Ленинград: Наука. Ленингр. отд-ние, 1971. – 334 с.

Реймерс, Н.Ф. Основные биологические понятия и термины: Книга для учителя / Н.Ф. Реймерс. – М.: Просвещение, 1988. – 319 с.

Решетов, Г.Г. Эколого-экономическая эффективность рекультивации и мелиорации нарушенных земель Саратовской области / Г.Г. Решетов, С.С. Рябчикова // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. - 2010. – С. 106-108.

Родин, А. Р. Лесомелиорация ландшафтов: учебник / А. Р. Родин, С. А. Родин; под общей редакцией А. Р. Родина. - Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 165 с.

Романов, Е. М. Лесные культуры. Ускоренное лесовыращивание / Е.М. Романов, Н.В. Еремин, Д.И. Мухортов, Т.В. Нуреева. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2007. – 288 с.

Сальникова, И.С. Таксация леса. Ход роста насаждений: учебное пособие / И.С. Сальникова, Т. С. Воробьева, З.Я. Нагимов, С.С. Зубова, О.Н. Орехова, А.В. Суслов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 130 с.

Самбуу, А.Д. Восстановление растительного покрова на отвалах Каа-Хемского угольного месторождения (Тува) / А.Д. Самбуу, Н.Г. Хомушку // Сохранение разнообразия растительного мира Тувы и сопредельных регионов центральной Азии: история, современность, перспективы. – Кызыл: ТувИ-КОПР СО РАН, 2016. – С. 146-149.

Самыкина, М.Е. Процессы ренатурализации техногенных ландшафтов карботантных карьеров на примере Усть-Сокского (Западного) карьера в Самарской области: Дис... канд. биол. наук. - Самара, 2016. – 224 с.

Сибирина, Л.А. Начальные этапы формирования растительного покрова на техногенных экотопах Приморского края / Л.А. Сибирина, О.В. Полохин, Е.В. Жабько // Известия Самарского научного центра РАН. - 2012. - №1-6. – С. 1539-1542.

Смирнов, А.В. Изменение компонентов лесной растительности юга Сибири под воздействием антропогенных факторов: Автореф. дисс. ... д-ра. биол. наук. – Красноярск, 1969. – 38 с.

Смирнова, О.В. Сукцессия и климакс как экосистемный процесс / О.В. Смирнова, Н.А. Торопова // Успехи современной биологии. – 2008. – Т. 128., №. 2. – С. 129-144.

Справочник по климату СССР. Вып. 9. ч. 4: Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 170 с.

Сукачев, В.Н. Идеи развития в фитоценологии / В.Н. Сукачев // Сов. ботаника. – 1942. – № 1. – С. 5-17.

Сукачев, В.Н. Проблемы фитоценологии. Избранные труды. / под ред. Е.М. Лавренко / В.Н. Сукачев. – Л.: Наука. Ленингр. Отд-ние, 1975. – Т.3. – 544 с.

Сукачев, В.Н. Растительные сообщества (введение в фитосоциологию) – 4-е изд. / В.Н. Сукачев. – М.; Л.: Книга, 1928. – 232 с.

Сунгурова, Н.Р. Культуры сосны обыкновенной (*Pinus silvestris L.*) на рекультивируемых землях / Н.Р. Сунгурова, Р.В. Сунгуров, С.Е. Страздаускас // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 11. – С. 170-173.

Сурков, В.В. Пышма / В.В. Сурков, Р.С. Чалов // Научно-популярная энциклопедия «Вода России» [Электронный ресурс] // URL: <https://water-ru.ru/> (дата обращения 15.03.2021)

Тарчевский, В.В. Особенности развития растений на асбестовых отвалах / В.В. Тарчевский, Л.К. Зайцева // Растения и промышленная среда. – Вып. 1. – Свердловск, 1964. – С. 198-206.

Телеганова, В.В. Известняковые карьеры в Центральной России как ценные в ботаническом отношении объекты (на примере Калужской области) / В.В. Телеганова // Разнообразие растительного мира. – 2019. – №. 2 (2). – С. 11-17.

Терин, А. А. Формирование лесных насаждений на рекультивированных землях в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов Свердловской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Терин Алексей Александрович. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. – 134 с.

Трещевская, Э.И. Итоги биологической рекультивации отвалов Курской магнитной аномалии после землевания / Э.И. Трещевская, Я.В. Панков, И.В. Трещевский // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14., №. 1-9. – С. 2448-2450.

Трофимов, С.С. Гумусообразование в техногенных экосистемах / С.С. Трофимов, Н.Н. Наплекова, Е.Р. Кандрашин и др. – Новосибирск: Наука, 1986. – 166 с.

Трофимова, И.Л. Фитомасса живого напочвенного покрова и его характеристика на основе эколого-ценотических шкал в сосновых насаждениях Уральского учебно-опытного лесхоза / И.Л. Трофимова, У.П. Кощеева, З.Я. Нагимов, Е.А. Зотеева // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №. 5 (135). – С. 55-60.

Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы: Пер. с англ. / Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1981. – 328 с.

Урусевская, И.С. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1:8 000 000. Пояснительный текст и легенда к карте: Учебное пособие / И.С. Урусевская, И.О. Алябина, С.А. Шоба. – Москва: МАКС Пресс, 2020. – 100 с.

Фирсова, В.П. Лесные почвы Свердловской области и их изменения под влиянием лесохозяйственных мероприятий. / В.П. Фирсова // Тр. Ин-та экологии растений и животных УФАИ СССР. – Свердловск, 1969. – Вып. 63. – 152 с.

Фролова, Н.Л. Тура / Н.Л. Фролова, В.В. Сурков // Научно-популярная энциклопедия «Вода России» // [Электронный ресурс] // URL: <https://water-ru.ru/> (дата обращения 15.03.2021)

Хабилова, Л.М. Восстановление растительного покрова естественным путем на неэксплуатируемых карьерах по добыче глины на территории республики Башкортостан / Л.М. Хабилова, А.А. Кулагин // Проблемы социо-

культурных исследований и проектирования модернизации в регионах и муниципальных образованиях России. – Самара: Самарский университет, 2016. – С. 233-237.

Хабирова, Л.М. Особенности восстановления растительного покрова на карьерах по добыче строительных материалов в Республике Башкортостан: Дис... канд. биол. наук. - Уфа, 2017. – 223 с.

Хабирова, Л.М. Самовосстановление растительного покрова карьеров по добыче строительных материалов на территории республики Башкортостан / Л.М. Хабирова, А.А. Кулагин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18., №. 2-2. – С. 551-554.

Чернова, Н.М. Общая экология / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Издательство: Дрофа, 2004. – 416 с.

Чибрик, Т.С. Изучение фитоценозов техногенных ландшафтов / Т.С. Чибрик, М.А. Глазырина, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 166 с.

Чибрик, Т.С. Изучение фитоценозов техногенных ландшафтов: учеб. пособие / Т.С. Чибрик, М. А. Глазырина, Н. В. Лукина, Е. И. Филимонова; науч. ред. Т.А. Радченко. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 166 с.

Чибрик, Т.С. Индикационная роль растительности при восстановлении нарушенных земель / Т.С. Чибрик // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации. – 2010. – С. 131-135.

Чибрик, Т.С. Основы биологической рекультивации: Учебное пособие / Т.С. Чибрик; Науч. ред. В. Н. Большаков. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. – 172 с.

Чибрик, Т.С. Формирование лесных фитоценозов на Южном отвале Веселовского месторождения бурого угля / Т.С. Чибрик, Е.И. Филимонова, Н.В. Лукина, М.А. Глазырина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18., №. 2-2. – С. 567-571.

Чибрик, Т.С. Формирование растительных сообществ в процессе самозарастания на отвалах угольных месторождений Урала / Т.С. Чибрик // Растения и промышленная среда. – 1979. – Вып. 6. – С. 23-59.

Чибрик, Т.С. Формирование фитоценозов на золоотвалах Нижнетуринской ГРЭС / Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина, Е.А. Раков // Проблемы региональной экологии. – 2018. – №. 6. – С. 27-29.

Чибрик, Т.С. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: (биологическая рекультивация) / Т.С. Чибрик, Ю.А. Елькин. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991 – 220 с.

Чибрик, Т.С. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель / Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 268 с.

Чикишев А.Г. Физико-географическое районирование Урала / А.Г. Чикишев // Проблемы физической географии Урала. – Тр. МОИП. - 1966. – Т. XVIII. – С. 7-84.

Чудецкий, А.И. Опыт лесной рекультивации выработанного песчаного карьера / А.И. Чудецкий, В.В. Шутов, Н.В. Рыжова // Лесной вестник /Forestry bulletin. – 2014. – Т. 18., №. 4 (104). – С. 112-116.

Шанцер, И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас / И.А. Шанцер. – М.: Т-во научных изданий КМК. – 2016. – 461 с.

Шенников, А.П. Введение в геоботанику / А.П. Шенников. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

Шенников, А.П. Общие замечания к методике маршрутного геоботанического исследования / А.П. Шенников // Методика полевых геоботанических исследований. – М.–Л.: Издательство Академии Наук СССР, 1938. – С. 5-26.

Шилова, И.И. Влияние загрязнения нефтью на формирование растительности в условиях техногенных песков нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья / И.И. Шилова // Растения и промышленная среда. – 1978. - Вып. 5. – С. 44-52.

Янбухтин, Н.Р. Правовая основа рационального использования земель: региональный аспект / Н.Р. Янбухтин // Право и государство: теория и практика. – 2010. – №. 4. – С. 105-109.

Ярошенко, П.Д. Геоботаника / П.Д. Ярошенко. – М.: Просвещение, 1969. – 200 с.

Adams, M.B. The Forestry Reclamation Approach: guide to successful reforestation of mined lands / M.B. Adams // Gen. Tech. Rep. NRS-169. Newtown Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. – 2017. – Т. 169. – 128 p.

Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie – 3 Aufl. / J. Braun-Blanquet. – Wien: Springer, 1964. – 613 p.

Brooks, D.R. Reclamation of lands disturbed by mining of heavy minerals / D.R. Brooks // Reclamation of drastically disturbed lands. – 2000. – Т. 41. – P. 725-754.

Burger, J.A. How to restore forests on surface-mined lands / J.A. Burger, C.E. Zipper // Virginia Cooperative Extension Publ.460-123. – 2011. [Blacksburg, VA]: Virginia Polytechnic Institute and State University. – 20 p.

Cohen-Fernandez, A. C. Increasing Woody Species Diversity for Sustainable Limestone Quarry Reclamation in Canada / A. C. Cohen-Fernandez, M. A. Naeth // Sustainability. – 2013. – № 5. – P.1340-1355.

Fowler, A. Earth observation for sustainable development: using space-based technology for monitoring Canada's forests / A. Fowler, K. Low, J. Stone // Information Forestry. April 2002. Canadian Forest Service. Pacific Forestry Centre. Victoria; British Columbia. – P. 6-7.

International Plant Names Index : сайт / International Plant Names Index URL: <https://www.ipni.org/> (дата обращения: 15.07.2021). – Текст: электронный.

Legwaila, I.A. Quarry reclamation in England: a review of techniques / I. A. Legwaila, E. Lange, J. Cripps // Jasmr. – 2015. – Т. 4. – №. 2. – P. 55-79.

Macdonald, S. E. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions / S. E. Macdonald, S. M. Landhausser, J. Skousen, J. Franklin, J. Frouz, S. Hall, D. F. Jacobs, S. Quideau // *New Forests*. – 2015. – Volume 46. Issue 5. – P. 703-732.

Moffat, A. Reclaiming disturbed land for forestry / A. Moffat, J. McNeill // *Bulletin 110*. London: HM Stationery Office, 1994. – 128 p.

Morgenthal, T. Revegetation of heavy metal contaminated mine dumps using locally serpentine-adapted grassland species / T. Morgenthal, M. Maboeta, L. Van Rensburg, G.J Bredenkamp // *South African Journal of Botany*. – 2004. – T. 70. – №. 5. – P. 784-789.

The Plant List : сайт / The Plant List / URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения: 17.07.2021). – Текст: электронный.

Prach, K. Spontaneous vegetation succession at different central European mining sites: a comparison across seres / K. Prach, K. Řehouňková, K. Lencová, A. Jírová, P. Konvalinková, O. Mudrák, V. Student, Z. Vaneček, L. Tichý, Petr Petřík, P. Smilauer, P. Pyšek // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2013. – T. 20. – №. 11. – P. 7680-7685.

Šebelíková, L. Spontaneous revegetation vs. forestry reclamation in post-mining sand pits / L. Šebelíková, K. Řehouňková, K. Prach // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2016. – T. 23. – №. 14. – С. 13598-13605.

Tansley, A.G. 1929. “Succession: The Concept and Its Values.” *Proceedings of the International Congress of Plant Sciences, 1926*. Manasha, WI: Banta, pp. 577–686.

Wade Gary, L. Grass competition and establishment of native species from forest soil seed banks *Landscape and Urban Plann* / L. Wade Gary. – 1989. – 17, №2. – P. 135-149.

Worlanyo, A.S. Evaluating the environmental and economic impact of mining for post-mined land restoration and land-use: A review / A.S. Worlanyo, L. Jiangfeng // *Journal of Environmental Management*. – 2020. – 111623 p.

Zalesov, S.V. Experiences on establishment of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation in ash dump sites of Reftinskaya HPES, Russia / S.V. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova, A.S. Opletev // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020. – T. 35. – №. 1. – P. 7-14.

Zolotova, E. Elements distribution in soil and plants of an old copper slag dump in the Middle Urals, Russia / E. Zolotova, V. Ryabinin // Ecological Questions. – 2019. – T. 30. – №. 4. – P. 1-11.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таксационная характеристика лесных культур, естественных и искусственных сосновых древостоев, произрастающих на карьерах по добыче глины

№ ПП	Эле- мент леса	Средние			Густота, шт./га		Сумма площа- дей сече- ний, м ² /га	Отно- си- тель- ная пол- нота, ед.	Запас растущих деревьев, м ³ /га	Класс бони- тета
		Воз- раст, лет	Вы- сота, м	Диа- метр, см	По- садки	Теку- щая				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Естественные древостои										
А11	9С	13	5,1	4,3	-	7475	10,6	0,74	38	I
	1Ос	13	4,7	2,9	-	1250	0,8	0,08	3	
Б2	6С	25	10,5	11,6	-	824	8,7	0,28	59	I
	4Б	25	12,0	11,4	-	552	5,6	0,30	41	
	+Ос	25	11,5	10,6	-	52	0,5	0,02	3	
Искусственные насаждения										
Б6	10С	6	0,8	-	5000	1875	-	-	-	-
А10	10С	13	2,7	2,2	13000	9317	3,4	0,36	9	III
	+Б	10	2,2	1,1	-	231	0,02	0,01	0,1	
Б1	10С	13	5,0	8,8	1200	996	5,6	0,25	16	I
	+С	8	2,9	3,0	-	140	0,1	0,01	0,2	
	+Б	8	4,4	2,9	-	188	0,1	0,01	0,5	
А9	8С	13	4,8	6,2	4100	1884	5,6	0,25	15	I
	2С	10	3,1	2,4	-	2481	1,1	0,06	3	
	+Е	13	2,6	2,0	2100	884	0,3	0,03	1	
	+Б	10	2,7	1,7	-	93	0,02	0,00	0,1	
	+Ос	10	3,2	2,7	-	109	0,06	0,01	0,1	
Б7	10С	15	7,4	8,0	4200	3761	19,0	0,72	92	I
А12	10С	18	4,7	5,1	5500	4423	9,0	0,41	31	III

Окончание приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A8	10С	19	6,3	5,3	8700	5457	12,1	0,52	54	II
Б3	7С	22	9,6	12,1	1300	1204	13,7	0,44	82	Ia
	3Л	22	10,1	12,3	700	613	7,3	0,23	44	
Б4	10С	22	9,1	12,9	2000	1513	19,9	0,67	114	I
A14	10С	22	8,4	8,1	5200	3728	19,1	0,68	104	I
	+Е	22	2,9	2,4	150	122	0,1	0,01	0,2	
	+Б	22	8,1	5,2	-	41	0,1	0,01	0,4	
A7	10С	23	8,7	8,3	8100	4739	25,5	0,86	143	I
A13	10С	24	8,3	7,5	6900	5088	22,2	0,79	127	I
A6	10С	26	10,2	6,8	7700	6590	24,2	0,83	159	II
	+Б	26	10,5	5,7	-	521	1,3	0,07	9	
	+Ос	26	13,5	10,0	-	56	0,4	0,01	3	
A5	9С	34	13,4	12,9	3600	2434	31,8	0,90	250	I
	1Б	45	18,1	27,2	-	41	2,4	0,09	26	
	+Ос	28	11,1	9,5	-	34	0,2	0,01	2	
A4	8С	36	15,3	12,6	6000	2052	25,7	0,69	212	I
	1Б	36	15	8,7	-	352	2,1	0,10	17	
	1Ос	36	16,4	11,7	-	352	3,8	0,17	33	
	+К	36	4,6	3,6	1500	744	0,8	0,03	6	
Б5	10С	37	13,3	11,6	5300	3404	35,7	1,00	268	II
C2	10С	40	14,3	12,3	6700	3406	40,5	1,12	328	II
A3	10С	46	18,3	16,3	5100	2240	46,8	1,16	339	Ia
	+Б	40	19,7	13,5	-	44	0,6	0,02	6	
	+Ос	40	19,2	12,6	-	20	0,3	0,01	2	
A1	10С	46	16,2	15,2	5000	1988	35,9	0,94	311	II
	+Б	46	16,2	12,9	-	68	0,9	0,04	9	
	+Ос	46	17,9	15,4	-	24	0,4	0,02	5	
A2	9С	51	16,9	15,7	3300	1725	33,2	0,84	309	II
	1Б	51	16,0	11,2	-	470	4,6	0,20	39	
C1	10С	53	18,9	13,8	7100	2871	42,9	1,04	423	I

Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии на участках месторождения Старковское II, кг/га

Видовое название	Номер участка									
	3	4	7	2	6	8	9	11	Склоны	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бедренец камнеломка (<i>Pimpinella saxifraga</i> L.)	<u>0,73</u> 0,04	-	<u>0,25</u> 0,03	-	<u>7,96</u> 0,40	-	-	<u>0,04</u> 0,01	<u>0,15</u> 0,02	-
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvanse</i> (L.) Scop.)	<u>15,00</u> 0,89	<u>86,00</u> 8,55	<u>26,95</u> 2,73	-	<u>9,29</u> 0,46	<u>22,52</u> 3,78	<u>67,31</u> 5,10	<u>57,24</u> 9,97	<u>163,75</u> 19,30	-
Бор развесистый (<i>Milium effusum</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>10,45</u> 0,79	-	-	-
Борец северный (<i>Aconitum lycoctonum</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>0,65</u> 0,05	-	-	-
Буквица лекарственная (<i>Betonica officinalis</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>23,91</u> 1,81	-	-	-
Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth)	-	<u>87,60</u> 8,71	-	-	-	-	<u>129,56</u> 9,82	-	-	-
Вейник тростниковый (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth)	-	<u>130,70</u> 12,99	<u>14,47</u> 1,46	<u>110,00</u> 11,25	<u>5,60</u> 0,28	-	-	<u>28,56</u> 4,98	<u>46,04</u> 5,43	-
Вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i> L.)	-	<u>5,47</u> 0,54	-	-	-	-	<u>24,13</u> 1,83	-	<u>7,77</u> 0,92	<u>0,05</u> 0,05

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вика лесная (<i>Vicia sylvatica</i> L.)	-	-	<u>1,45</u> 0,15	-	-	-	-	-	-	-
Вика мышиная (<i>Vicia cracca</i> L.)	-	-	<u>0,40</u> 0,04	<u>6,53</u> 0,67	<u>4,04</u> 0,20	-	<u>14,85</u> 1,13	<u>10,80</u> 1,88	-	<u>0,15</u> 0,17
Герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>0,85</u> 0,06	-	-	-
Герань луговая (<i>Geranium pratense</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>35,65</u> 2,70	-	-	-
Горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	-	-	<u>30,22</u> 3,06	-	-	-	<u>0,13</u> 0,01	-	-	-
Горошек посевной (<i>Vicia sativa</i> L.)	-	<u>2,47</u> 0,25	-	-	-	-	<u>3,60</u> 0,27	-	-	-
Гравилат городской (<i>Geum urbanum</i> L.)	-	-	<u>3,71</u> 0,38	-	-	-	<u>2,35</u> 0,18	-	<u>1,47</u> 0,17	-
Дербенник иволистный (<i>Lythrum salicaria</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>8,22</u> 0,62	-	-	-
Донник белый (<i>Melilotus albus</i> Medik.)	<u>544,67</u> 32,34	<u>2,97</u> 0,29	<u>2,69</u> 0,27	<u>80,00</u> 8,18	<u>263,16</u> 13,16	<u>134,68</u> 22,63	-	<u>90,36</u> 15,75	-	-
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	<u>90,40</u> 5,37	-	<u>10,15</u> 1,03	-	<u>242,01</u> 12,10	<u>64,16</u> 10,78	-	-	-	-

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дрема белая (<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke)	-	-	-	-	-	-	<u>0,62</u> 0,05	-	-	-
Дудник лесной (<i>Angelica sylvestris</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>95,36</u> 7,23	-	-	-
Ежа сборная (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	-	-	-	-	-	-	50,56 3,83	-	-	-
Звездчатка ланцетолистная (<i>Stellaria holostea</i> L.)	-	-	<u>1,38</u> 0,14	-	-	-	-	-	-	-
Звездчатка злаковая (<i>Stellaria</i> <i>graminea</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>3,20</u> 0,38	-
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	-	<u>7,40</u> 0,74	-	-	-	-	<u>9,04</u> 0,69	-	<u>0,90</u> 0,11	<u>0,20</u> 0,22
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	<u>32,07</u> 1,90	<u>304,93</u> 30,31	<u>46,51</u> 4,71	-	-	-	<u>242,64</u> 18,39	<u>7,56</u> 1,32	<u>256,74</u> 30,26	<u>0,29</u> 0,32
Клевер гибридный (<i>Trifolium</i> <i>hybridum</i> L.)	-	-	<u>3,85</u> 0,39	-	-	<u>103,60</u> 17,41	-	-	-	-
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	<u>376,80</u> 22,38	<u>3,97</u> 0,39	<u>208,80</u> 21,12	<u>36,40</u> 3,72	<u>824,33</u> 41,22	<u>38,88</u> 6,53	<u>37,35</u> 2,83	<u>129,88</u> 22,63	<u>1,20</u> 0,14	<u>3,60</u> 3,97

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лапчатка прямостоячая (<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raensch.)	-	-	<u>1,49</u> 0,15	-	-	-	<u>1,87</u> 0,14	-	-	-
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	<u>7,67</u> 0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лютик едкий (<i>Ranunculus acris</i> L.)	-	-	-	-	<u>1,38</u> 0,07	-	<u>9,22</u> 0,70	-	-	-
Люцерна хмелевидная (<i>Medicago lupulina</i> L.)	<u>49,40</u> 2,93	-	<u>80,80</u> 8,17	<u>7,60</u> 0,78	<u>160,64</u> 8,03	-	<u>1,65</u> 0,13	<u>3,72</u> 0,65	-	-
Майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt)	-	-	-	-	-	-	<u>0,16</u> 0,01	-	-	-
Манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla vulgaris</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>2,36</u> 2,60
Марьянник луговой (<i>Melampirum pratense</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,04</u> 0,00	-
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	<u>222,40</u> 13,21	<u>187,93</u> 18,68	<u>56,29</u> 5,69	<u>561,93</u> 57,47	<u>84,60</u> 4,23	<u>5,08</u> 0,85	<u>70,25</u> 5,33	<u>67,28</u> 11,72	<u>95,26</u> 11,23	<u>1,58</u> 1,75
Медуница мягкая (<i>Pulmonaria mollis</i> Wulf. ex Hornem)	-	-	-	-	-	-	<u>6,38</u> 0,48	-	-	-

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очанка лекарственная (<i>Euphrasia officinalis</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,60</u> 0,10	-	-
Пастушья сумка (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	<u>1,07</u> 0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Перловник поникший (<i>Melica nutans</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>5,44</u> 0,41	-	-	-
Подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)	-	<u>20,70</u> 2,06	-	-	-	-	<u>20,64</u> 1,56	-	-	-
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,36</u> 0,04	-
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	-	<u>0,83</u> 0,08	<u>7,85</u> 0,79	<u>2,19</u> 0,22	<u>2,54</u> 0,13	<u>0,24</u> 0,04	<u>11,09</u> 0,84	<u>0,28</u> 0,05	<u>3,09</u> 0,36	<u>1,19</u> 1,31
Полевица тонкая (<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.)	-	-	<u>0,15</u> 0,01	<u>66,60</u> 6,81	<u>3,67</u> 0,18	<u>0,16</u> 0,03	-	<u>6,12</u> 1,07	<u>39,98</u> 4,71	-
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	-	-	<u>82,87</u> 8,38	-	<u>4,47</u> 0,22	-	<u>18,89</u> 1,43	<u>8,48</u> 1,48	<u>32,84</u> 3,87	-
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	<u>12,93</u> 0,77	<u>10,13</u> 1,01	<u>1,20</u> 0,12	-	<u>17,33</u> 0,87	<u>0,84</u> 0,14	-	<u>0,12</u> 0,02	<u>55,05</u> 6,49	-

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)	<u>80,60</u> 4,79	-	-	-	<u>34,33</u> 1,72	-	<u>22,35</u> 1,69	<u>8,36</u> 1,46	<u>50,91</u> 6,00	-
Рогоз широколистный (<i>Typha latifolia</i> L.)	-	-	<u>50,44</u> 5,10	-	<u>61,53</u> 3,08	-	-	-	-	-
Трехреберник непахучий (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.)	-	-	<u>53,82</u> 5,44	-	<u>1,44</u> 0,07	<u>38,96</u> 6,55	-	-	-	-
Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium</i> <i>podagraria</i> L.)	-	<u>3,53</u> 0,35	-	-	<u>0,89</u> 0,04	-	<u>7,76</u> 0,59	-	<u>2,25</u> 0,26	-
Сушеница лесная (<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>1,45</u> 0,11	-	-	-
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.)	-	-	-	-	<u>20,71</u> 1,04	-	<u>7,99</u> 0,61	-	-	-
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea</i> <i>millefolium</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,96</u> 0,34	-	-
Фиалка собачья (<i>Viola canina</i> L.)	-	-	-	-	-	-	<u>0,09</u> 0,01	-	-	<u>0,05</u> 0,05
Черноголовка обыкновенная (<i>Prunella</i> <i>vulgaris</i> L.)	<u>2,00</u> 0,12	<u>0,73</u> 0,07	<u>8,07</u> 0,82	<u>8,07</u> 0,82	<u>0,02</u> 0,00	-	<u>21,62</u> 1,64	<u>2,84</u> 0,49	-	<u>0,07</u> 0,08
Чина весенняя (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	-	-	-	-	-	-	5,98 0,45	0,20 0,03	-	-

Окончание приложения 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i> L.)	<u>0,60</u> 0,04	<u>66,90</u> 6,65	-	-	<u>6,31</u> 0,32	-	<u>55,38</u> 4,20	<u>55,12</u> 9,61	<u>21,33</u> 2,51	-
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,95</u> 0,11	-
Ястребинка волосистая (<i>Pilosella officinarum</i> Vaill.)	-	-	-	-	-	-	<u>2,89</u> 0,22	<u>3,28</u> 0,57	-	<u>0,12</u> 0,13
Ястребинка зонтичная (<i>Hieracium umbellatum</i> L.)	-	<u>12,87</u> 1,28	<u>6,65</u> 0,67	-	<u>2,40</u> 0,12	-	<u>0,84</u> 0,06	<u>0,20</u> 0,03	<u>0,70</u> 0,08	<u>7,83</u> 8,64
Ячмень гривастый (<i>Hordeum jubatum</i> L.)	-	-	<u>88,18</u> 8,92	-	<u>48,20</u> 2,41	<u>1,52</u> 0,26	-	<u>1,60</u> 0,28	<u>7,58</u> 0,89	-
Общий итог	<u>1684,00</u> 100	<u>1005,97</u> 100	<u>988,47</u> 100	<u>977,85</u> 100	<u>1999,95</u> 100	<u>595,08</u> 100	<u>1319,13</u> 100	<u>573,84</u> 100	<u>848,59</u> 100	<u>90,60</u> 100

Матрица коэффициентов сходства по П. Жаккару / Т. Серенсену на участках месторождений Старковское II, Красноармейское II, Троицко-Байновское

	Богд. дно	Старк.дно	Красн. дно	Богд. склоны	Старк. склоны	Красн. склоны	Старк. 4	Красн. 8	Старк. 9	Старк. 10	Богд. III
Богд. дно		0,11	0,14	0,63	0,10	0,23	0,20	0,11	0,11	0,13	0,17
Старк.дно	0,20		0,51	0,08	0,41	0,42	0,49	0,41	0,39	0,25	0,16
Красн. дно	0,24	0,67		0,10	0,29	0,46	0,41	0,39	0,38	0,25	0,14
Богд. склоны	0,77	0,14	0,18		0,08	0,17	0,14	0,09	0,09	0,07	0,18
Старк. склоны	0,18	0,58	0,45	0,14		0,43	0,44	0,39	0,30	0,28	0,18
Красн. склоны	0,37	0,59	0,63	0,29	0,60		0,5	0,45	0,36	0,29	0,16
Старк.4	0,33	0,66	0,58	0,25	0,61	0,67		0,38	0,32	0,33	0,20
Красн.8	0,19	0,58	0,57	0,17	0,56	0,62	0,55		0,40	0,28	0,11
Старк.9	0,20	0,57	0,55	0,17	0,46	0,53	0,48	0,57		0,31	0,15
Старк.10	0,24	0,40	0,41	0,13	0,43	0,45	0,50	0,44	0,48		0,21
Богд. III	0,29	0,27	0,24	0,31	0,31	0,28	0,33	0,19	0,26	0,35	

Матрица коэффициентов сходства по П. Жаккару / Т. Серенсену на пробных площадях в лесных культурах

	Б6	А10	Б1	А9	Б7	А12	А8	Б3	Б4	А 14	А7	А 13	А6	А5	А4	Б5	С2	А3	А1	А2	С1
Б6		0,37	0,50	0,32	0,37	0,37	0,35	0,41	0,47	0,36	0,29	0,24	0,30	0,29	0,35	0,29	0,21	0,26	0,36	0,37	0,03
А10	0,54		0,35	0,41	0,46	0,43	0,37	0,39	0,39	0,28	0,28	0,33	0,22	0,34	0,23	0,24	0,30	0,21	0,26	0,20	0,03
Б1	0,67	0,52		0,37	0,47	0,39	0,33	0,35	0,43	0,25	0,27	0,29	0,28	0,31	0,26	0,27	0,21	0,18	0,31	0,25	0,04
А9	0,48	0,58	0,54		0,33	0,44	0,35	0,37	0,40	0,33	0,33	0,35	0,30	0,33	0,19	0,29	0,24	0,26	0,30	0,24	0,06
Б7	0,54	0,63	0,64	0,50		0,42	0,33	0,35	0,48	0,31	0,34	0,26	0,26	0,34	0,27	0,35	0,26	0,22	0,29	0,29	0,06
А12	0,54	0,60	0,57	0,62	0,59		0,50	0,39	0,33	0,48	0,31	0,48	0,43	0,46	0,37	0,31	0,26	0,39	0,44	0,32	0,06
А8	0,52	0,54	0,50	0,52	0,50	0,67		0,33	0,34	0,46	0,32	0,52	0,41	0,44	0,44	0,33	0,23	0,41	0,43	0,33	0,07
Б3	0,58	0,56	0,52	0,54	0,52	0,56	0,50		0,45	0,31	0,28	0,25	0,25	0,38	0,26	0,35	0,30	0,24	0,31	0,26	0,03
Б4	0,63	0,56	0,60	0,57	0,65	0,49	0,51	0,62		0,40	0,35	0,28	0,36	0,35	0,34	0,36	0,22	0,33	0,43	0,35	0,05
А14	0,52	0,44	0,40	0,49	0,48	0,64	0,63	0,47	0,57		0,33	0,32	0,40	0,36	0,43	0,31	0,17	0,50	0,55	0,40	0,05
А7	0,45	0,43	0,43	0,49	0,51	0,47	0,49	0,43	0,52	0,50		0,28	0,28	0,33	0,36	0,26	0,21	0,26	0,33	0,38	0,06
А13	0,38	0,50	0,44	0,52	0,41	0,65	0,68	0,40	0,43	0,49	0,44		0,48	0,41	0,36	0,39	0,16	0,38	0,36	0,29	0,15
А6	0,46	0,36	0,43	0,46	0,41	0,60	0,58	0,40	0,52	0,58	0,43	0,65		0,38	0,50	0,40	0,26	0,54	0,59	0,46	0,10
А5	0,45	0,51	0,47	0,49	0,51	0,63	0,61	0,55	0,52	0,53	0,50	0,59	0,55		0,40	0,30	0,29	0,38	0,46	0,34	0,10
А4	0,52	0,38	0,41	0,32	0,42	0,54	0,61	0,42	0,51	0,60	0,53	0,53	0,67	0,57		0,38	0,23	0,53	0,63	0,49	0,11
Б5	0,45	0,38	0,42	0,45	0,52	0,48	0,50	0,52	0,53	0,47	0,42	0,56	0,57	0,47	0,55		0,29	0,32	0,34	0,35	0,14
С2	0,34	0,46	0,34	0,39	0,42	0,41	0,38	0,46	0,36	0,29	0,35	0,28	0,41	0,45	0,38	0,45		0,18	0,23	0,16	0,10
А3	0,41	0,35	0,30	0,41	0,36	0,56	0,58	0,39	0,50	0,67	0,41	0,55	0,70	0,55	0,69	0,49	0,30		0,65	0,49	0,08
А1	0,52	0,41	0,47	0,46	0,44	0,61	0,60	0,47	0,60	0,71	0,50	0,53	0,75	0,63	0,77	0,51	0,38	0,79		0,58	0,08
А2	0,54	0,33	0,40	0,39	0,45	0,48	0,50	0,41	0,52	0,57	0,55	0,45	0,63	0,51	0,65	0,52	0,28	0,66	0,73		0,09
С1	0,06	0,06	0,07	0,11	0,11	0,12	0,13	0,06	0,09	0,10	0,12	0,26	0,18	0,18	0,19	0,24	0,18	0,15	0,14	0,16	