

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

На правах рукописи

Розинкина Екатерина Павловна

**Лесная рекультивация нарушенных земель в
условиях подзоны северной тайги ЯНАО**

Специальность: 4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры,
агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

**Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук**

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Залесов Сергей Вениаминович

Екатеринбург – 2025

Содержание

Введение	4
1. Характеристика природных условий района исследований	8
1.1. Географическое положение и лесорастительное районирование ...	8
1.2. Климат	10
1.3. Рельеф и почвы	18
1.4. Гидрология	24
Выводы	25
2. Проблема рекультивации земель, нарушенных в процессе разведки, добычи и транспортировки углеводородного сырья	27
Выводы	37
3. Программа, методика и объем выполненных работ	38
3.1. Программа работ	38
3.2. Методика исследований	38
3.3. Объем выполненных работ	46
4. Анализ эффективности применяемых технологий рекультивации нарушенных земель	48
4.1. Виды нарушенных земель	48
4.2. Организация рекультивации нарушенных земель	53
4.3. Эффективность рекультивации нарушенных земель по применяемой технологии	56
Выводы	66
5. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе	68
5.1. Рекультивация песчаных карьеров	68
5.2. Линейные объекты	93
5.3. Песчаные пустоши и редины	104
5.4. Кустовые основания и другие площадные объекты	107
Выводы	111

Заключение	114
Рекомендации производству	116
Библиографический список	117

Введение

Актуальность темы исследования. Разведка, добыча и транспортировка углеводородного сырья в Западной Сибири требует проведения больших объёмов земляных работ. Доминирование переувлажненных, заболоченных и болотных почв вызывает необходимость создания песчаных оснований при создании площадных и линейных объектов. Для отсыпки указанных объектов используется преимущественно местный песок, добываемый открытым способом в специально отведенных карьерах или гидронамывным способом со дна водоемов. После выработки указанных карьеров и завершения вывоза песка с подштабельных оснований гидронамывных карьеров они нуждаются в рекультивации. По причине жестких климатических условий подзоны северной тайги и недостатке питательных элементов в песчаном субстрате естественное зарастание указанных видов нарушенных земель затруднено, а отсутствие или некачественное проведение рекультивационных работ приводит к образованию песчаных раздувов.

Указанное свидетельствует о необходимости разработки эффективных способов рекультивации данных видов нарушенных земель в условиях подзоны северной тайги Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО).

Степень разработанности темы. Вопросам рекультивации нарушенных земель в условиях Западной Сибири посвящено довольно много работ. Существенный вклад в изучение данной проблемы внесли Б.Е. Чижов, В.Г. Решетников, В.Н. Седых, С.В. Залесов, А.Е. Морозов, Л.П. Капелькина, А.И. Захаров и др. Автором продолжены исследования по совершенствованию способов рекультивации нарушенных земель в условиях подзоны северной тайги ЯНАО.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель работы – анализ эффективности лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель и разработка на этой основе предложений по ее совершенствованию в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района.

В соответствии с заявленной целью исследований были сформулированы следующие задачи:

- проанализировать эффективность рекультивации нарушенных земель посевом травосмесей;
- проанализировать последствия лесохозяйственного направления рекультивации песчаных карьеров, линейных и площадных объектов добычи углеводородного сырья, песчаных пустошей и редины;
- разработать предложения по совершенствованию рекультивационных работ в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района.

Научная новизна результатов исследований. Впервые для подзоны северной тайги Западной Сибири на основе комплексного подхода с учетом специфики региональных природных условий установлена эффективность лесоразведения на нарушенных землях. Получены новые данные о накоплении подроста, приживаемости и сохранности лесных культур, созданных посевом и посадкой 1–2-летних сеянцев с открытой (ОКС) и закрытой (ЗКС) корневыми системами.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в расширении современных знаний о формировании растительности на нарушенных землях в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района, определении лесорастительных условий для создания лесных культур посевом семян и посадкой 1–2-летних сеянцев сосны обыкновенной с ОКС и ЗКС, а также ивы черенками и оставления под естественное заращивание березами повислой (*Betula pendula* Roth.) и пушистой (*B. pubescens* Ehrh.).

Разработанные предложения по совершенствованию рекультивационных работ на нарушенных землях вошли в рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению в границах Ямало-Ненецкого автономного округа (Рекомендации ..., 2024). Реализация данных рекомендаций позволит повысить эффективность рекультивационных работ с учетом региональных природных условий.

Основные результаты выполненных исследований использованы при подготовке учебных курсов для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Лесное дело» (имеется справка о внедрении).

Методология и методы исследования. Методология исследований базируется на системном подходе к их проведению. При выполнении работ использовался метод пробных площадей, заложенных в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 и апробированных методических рекомендаций (Побединский, 1962; Данчева, Залесов, 2015; Бунькова и др., 2020; Данчева и др., 2023).

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования, планировании и выполнении полевых работ, обработке полученных материалов, подготовке научных публикаций и региональных рекомендаций по лесоразведению, а также написании диссертации и автореферата.

Положения, выносимые на защиту:

1. Рекультивация нарушенных земель путем их дискования и посева травосмесей не обеспечивает в приемлемые сроки формирования древесной растительности, то есть возвращения участка в исходное состояние.

2. Лесоводственное направление рекультивации нарушенных земель является эффективным при условии создания на поверхности слоя торфо-песчаной смеси, правильном выборе древесной породы и способа создания лесных культур с учетом лесорастительных условий.

3. Предложения по совершенствованию рекультивации нарушенных земель в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района.

Достоверность и обоснованность результатов научного исследования по теме диссертации подтверждается комплексным подходом к изучению лесоводственной эффективности рекультивации нарушенных земель по лесохозяйственному направлению, значительным объемом экспериментального материала, собранного и обработанного с использованием современных апробированных методик.

Апробация работы: Основные положения и результаты исследований были представлены и обсуждались на междунар. науч.-техн. конф. «Лес-2022» (Брянск, 2022); XIX Междунар. форуме-конкурсе студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования» (Санкт-Петербург, 2023); XV Междунар. науч.-техн. конф. «Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий (Екатеринбург, 2024); Всерос. науч.-практ. конф. «Рекультивация нарушенных земель: технологии, эффективность и биоразнообразие» (Новокузнецк, 2024); междунар. науч.-практ. конф. «Устойчивость природных ландшафтов и их компонентов к внешнему воздействию» (Грозный, 2024).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 13 печатных работах, в том числе 7 в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 135 страницах машинописного текста и включает в себя введение, пять глав, заключение и приложение. Библиографический список включает в себя 160 источника, в том числе 26 на иностранных языках. Текст диссертации проиллюстрирован 22 рисунками и 30 таблицами.

1. Характеристика природных условий района исследований

1.1. Географическое положение и лесорастительное районирование

Одним из наиболее крупных субъектов Российской Федерации является Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО). Его площадь превышает 769,3 тыс. км², что составляет 4,5% территории Российской Федерации и 52,5% территории Тюменской области.

Протяженность ЯНАО с севера на юг – 1150 км, с запада на восток – 1130 км. Территория округа расположена в арктической зоне Западно-Сибирской равнины, а также на восточных склонах Полярного и Приполярного Урала. Значительную часть территории ЯНАО составляют острова в Карском море (Белый, Шокальского, Валькицкого Неупокаева, Олений и другие), а также полуострова Ямал, Тазовский и Гыданский, разделенные Обской и Тазовской губами.

Свидетельством того, что ЯНАО является центральной частью арктического берега Российской Федерации, служит наличие на его территории северной точки материка, находящейся под 73°30' северной широты, что оправдывает ненецкое название полуострова Ямал – Край Земли.

Как уже отмечалось северная граница автономного округа (по Карскому морю и Обской губе) является государственной границей Российской Федерации. На северо-западе ЯНАО граничит с Ненецким автономным округом, на западе – с Республикой Коми. На юге округ граничит с Ханты-Мансийским автономным округом - Югра, а на востоке – с Красноярским краем.

Учитывая расположение автономного округа, вся его территория отнесена к зоне Крайнего Севера. При этом больше половины территории находится за Полярным кругом. Согласно действующего нормативного документа (Об утверждении..., 2014) лесной фонд ЯНАО разделен на два лесных района: Западно-Сибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги; Западно-Сибирский северо-таежный равнинный район.

В Западно-Сибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги при этом входят следующие муниципальные районы и иные административно-территориальные образования ЯНАО: Красноселькупский (северная часть с южной стороны ограничена координатами 79°41'24" в.д. 65°01'12" с.ш., 83°39'00" в.д. 65°05'24" с.ш., 84°18'36" в.д. 65°04'48" с.ш. (граница Красноярского края), Надымский (северная часть – с южной стороны ограничена координатами: 70°27'00" в.д. 65°02'24" с.ш., 72°27'24" в.д. 65°01'48" с.ш., 74°02'24" в.д. 65°00'36" с.ш. до пересечения с границей Пуровского муниципального района), Приуральский (северная часть – с южной стороны ограничена координатами: 68°20'58" в.д. 65°05'20" с.ш., 68°21'00" в.д. 65°05'24" с.ш. до пересечения с границей Надымского муниципального района), Пуровский (северная часть – с южной стороны ограничены координатами: 75°50'24" в.д. 64°58'48" с.ш., 76°37'00" в.д. 64°56'24" с.ш., 77°16'48" в.д. 64°57'00" с.ш., 77°17'24" в.д. 64°00'00" с.ш., 78°26'24" в.д. 64°54'00" с.ш., 78°28'48" в.д. 64°57'00" с.ш., 79°02'24" в.д. 64°57'00" с.ш., 79°03'38" в.д. 64°59'24" с.ш., 79°22'12" в.д. 64°59'24" с.ш., 79°22'12" в.д. 65°01'12" с.ш. до пересечения с границей Красноселькупского муниципального района, Ширышкарский (северная часть – от границы с Республикой Коми вдоль реки Войкар до деревни Усть-Войкары, вдоль реки Хашгортыеган до точки, определяемой координатами 66°25'23" в.д. 66°24'00" с.ш. до границы с Приуральским муниципальным районом) муниципальные районы (Об утверждении Перечня..., 2014).

В Западно-Сибирский северо-таежный равнинный лесной район входят Красноселькупский, Надымский, Приуральский, Пуровский, Ширышкарский (южные части) муниципальные районы ЯНАО, с севера ограниченные Западно-Сибирским районом притундровых лесов и редкостойной тайги.

Первый из указанных лесных районов относится к зоне притундровых лесов и редкостойной тайги, а Западно-Сибирский северо-таежный равнинный лесной район к подзоне северной тайги таежной зоны.

1.2. Климат

Климат района исследований обусловлен влиянием трех основных факторов (Крылов, Крылов, 1969): солярности, Атлантического океана с запада и мощного зимнего антициклона Восточной Сибири с востока. Изменение климата проявляется в двух направлениях: с севера на юг наблюдается увеличение тепла, а с запада на восток – увеличение континентальности.

ЯНАО расположен в трех климатических поясах: арктическом (климат полярных пустынь и тундры), субарктическом (климат лесотундры) и умеренном (климат тайги).

В целом климат автономного округа можно охарактеризовать как резко континентальный. Основополагающим климатическим фактором является солнечная радиация, которая, в конечном счете, является основным источником тепловой энергии для всех природных процессов. Расположение автономного округа обусловило тот факт, что вся его территория входит в зону ультрафиолетового дефицита.

Годовая продолжительность солнечного сияния возрастает с продвижением с севера на юг и варьируется от 1000 до 1600 ч. При этом годовой приход суммарной солнечной радиации возрастает с севера на юг от 3100 до 3200 Дж/м².

Для округа характерна суровая продолжительная зима с длительным залеганием снежного покрова, короткий переходный период, короткое холодное лето, наличие поздневесенних и раннеосенних заморозков.

Распределение тепла и влаги характеризует широкую физико-географическую зональность ЯНАО, территория которого приурочена к подзоне северной тайги бореальной зоны, лесотундре и тундре. В условиях лесотундры и северной подзоны тайги широко распространены площади многолетней мерзлоты и крупнобугристые сфагновые болота, образующие обширные массивы (Гвоздецкий, 1973).

Для ЯНАО характерна активная циклоническая деятельность, что объясняет большую изменчивость атмосферного давления в течение года.

Близость холодного Карского моря, открытость территории с севера на юг в сочетании с неравномерным поступлением солнечной радиации и особенностями атмосферной циркуляции объясняют суровость температурного режима и резкие переходы от холода к теплу и наоборот.

Среднегодовая температура воздуха в селе Межи составляет $-5,3^{\circ}\text{C}$, а в поселке Тазовый $-9,3^{\circ}\text{C}$. По средним многолетним данным изотермы января вытянуты на континентальной части округа с северо-запада на юго-восток.

Для ЯНАО характерен короткий теплый период года. Так, в мае средняя температура повышается с севера на юг от -8 до -2°C . При этом на большей части территории округа температура воздуха превышает нулевую отметку только в конце мая, начале июня. В июне средняя температура воздуха на полуострове поднимается до $1-3^{\circ}\text{C}$, а на остальной части территории автономного округа до $6-11^{\circ}\text{C}$.

Наиболее теплым месяцем является июль, когда средняя температура воздуха повышается в районе полярного круга до $4-13^{\circ}\text{C}$, а к югу увеличивается до $14-16^{\circ}\text{C}$. В августе средняя температура снижается на $3-4^{\circ}\text{C}$, а в третьей декаде сентября отмечается осенний переход средней температуры через нулевую отметку.

В качестве примера варьирования средних температур воздуха по месяцам можно привести данные, полученные за длительный период на метеостанции – Тарко-Сале (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Температуры воздуха по месяцам

Номер месяца	Показатели температуры, $^{\circ}\text{C}$		
	средняя месячная	абсолютный минимум	абсолютный максимум
1	2	3	4
1*	-25	-58	2
2	$-23,4$	-61	3
3	$-18,4$	-54	10
4	-9	-40	13
5	$-1,2$	-31	28
6	9,3	-9	34
7	15,4	-1	34
8	12,3	-6	30

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4
9	5,9	-17	24
10	-4,7	-43	16
11	-17,7	-53	3
12	-23,9	-59	0

*Здесь и далее номера месяцев, начиная с января

Материалы табл. 1.1 свидетельствуют, что отрицательные температуры воздуха фиксируются в течение всего года. Так, в июне была зафиксирована температура воздуха -9°C , в августе – -6°C и даже в июле -1°C .

В то же время в отдельные годы температура воздуха на юго-востоке автономного округа достигает довольно высоких отметок. Указанное приводит к высушиванию напочвенных горючих материалов и повышению пожарной опасности в лесах.

Специфической особенностью температурного режима ЯНАО является длительный период устойчивых морозов, который продолжается от 230 дней на севере до 180 дней на юге. При этом продолжительность безморозного периода в Заполярье составляет 5-65 дней, а на остальной территории 70-90 дней. Сумма положительных температур при этом у полярного круга составляет $1100-1200^{\circ}\text{C}$, при $1300-1400^{\circ}\text{C}$ на остальной части территории.

Температура на поверхности почвы изменяется на территории автономного округа аналогично температуре воздуха. В то же время для температуры почвы характерно большее варьирование, поскольку на нее оказывают влияние такие факторы как развитие растительности, мощность лесной подстилки и т.д. Особо следует отметить, что в летний период температура поверхности почвы иногда достигает высоких значений – $+65-68^{\circ}\text{C}$.

Общие закономерности изменения температуры на поверхности почвы наглядно прослеживаются по данным метеостанции Тарко-Сале (табл. 1.2).

Анализируя климатические условия ЯНАО, следует отметить, что согласно агроклиматического районирования территория округа делится на арктический, субарктический и умеренно таежный пояса.

Таблица 1.2 – Температурный режим на поверхности почвы по месяцам

Номер месяца	Температура на поверхности почвы по месяцам, °С				
	средняя	средняя максимальная	средняя минимальная	абсолютный минимум	абсолютный максимум
1	2	3	4	5	6
1*	–26	–21	–32	–61	0
2	–25	–19	–32	–63	3
3	–20	–11	–28	–57	11
4	–9	–1	–17	–41	17
5	0	0	–6	–34	39
6	12	24	4	–10	46
7	18	31	9	–3	49
8	14	25	7	–6	42
9	6	13	1	–18	30
10	–5	–1	–10	–49	17
11	–19	–14	–25	–53	2
12	–25	–20	–31	–62	0
Год	–6	1	–14	–63	49

В арктическом поясе сумма температур воздуха выше 10⁰С не превышает 400⁰С. В субарктическом поясе, включающем южнотундровую и лесотундровую полосы – 400-800⁰С. В умеренно таежном поясе вышеуказанная величина возрастает до 1000-1100⁰С.

Для округа характерно наличие значительного количества пасмурных дней с туманами в теплый период и метелями зимой. При этом количество и характер атмосферных осадков зависят от географического положения округа и особенностей атмосферной циркуляции. Если на побережье годовая сумма осадков не превышает 300 мм, то по мере продвижения на юг она увеличивается, составляя в Заполярье 350-400 мм, в районе Полярного Урала – 700 мм. Если не учитывать территорию Полярного Урала, то можно констатировать, что максимальное количество осадков – 450-500 мм выпадает в средней и верхней частях рек Пур и Таз, а также на территории поселка Тазовский – 641 мм или 180% от нормы (Лесной план ..., 2019).

В зимний период на основной части территории автономного округа выпадает 20% годовой суммы осадков. Так, в лесотундровой зоне в июле выпадает 50–60 мм осадков, а в северо-таежной – 65 мм.

Для округа характерно значительное варьирование количества осадков

по годам. Так, на материковой части округа в отдельные годы количество осадков превышает норму (среднемноголетнее значение) на 200-300 мм, а в засушливые годы наблюдается обратная закономерность. Последнее во многом объясняет периодичность повышенной горимости лесов. Именно в засушливые годы пожарная обстановка выходит из-под контроля, а низовые пожары развиваются в верховые.

Наличие сухих лет необходимо также учитывать при планировании работ по лесовосстановлению и лесоразведению.

Мощность снежного покрова в округе существенно различается. При этом максимальная высота – 102 см зафиксирована в селе Мужи, а минимальная – 37 см в селе Ныда. Самая ранняя дата образования устойчивого снежного покрова отмечена 17 октября 2010 г. в городе Салехарде, а самая поздняя 28 октября 2010 г. в г. Ноябрьске. В среднем по округу образование снежного покрова происходит в 3 и 4 декадах октября.

Сроки установления и схода снежного покрова по данным метеостанции Тарко-Сале приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Установление и разрушение снежного покрова, даты

Количество дней со снежным покровом, шт.	Появление			Образование			Разрушение			Сход		
	средние	раннее	позднее	средние	раннее	позднее	средние	раннее	позднее	средние	раннее	позднее
224	3.10	6.09	20.10	12.10	29.09	29.10	18.05	22.04	6.06	23.05	11.05	9.06

Материалы табл. 1.3 наглядно свидетельствует, что в районе Тарко-Сале продолжительность нахождения снежного покрова составляет 224 дня.

Анализируя выпадение осадков, можно отметить, что на большей части территории ЯНАО около половины всех дней в году характеризуется наличием осадков 0,1 мм и более. При этом в зимний период количество дней с осадками достигает 15-18, а в летний – 12-14.

Интенсивность осадков существенно варьируется по месяцам, что наглядно прослеживается по данным метеостанции Тарко-Сале (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Количество дней с осадками разной величины по месяцам, шт.

Месяц	Количество дней с осадками разной величины, мм						
	>0,1	>0,5	>1,0	>5,0	>10,0	>20,0	>30,0
1	18,4	10,9	6,0	0,2	0,0	0,0	0,0
2	15,6	9,3	5,3	0,04	0,0	0,0	0,0
3	16,5	9,6	5,5	0,3	0,1	0,0	0,0
4	14,6	9,2	6,2	1,0	0,1	0,0	0,0
5	15,5	9,8	7,8	1,9	0,5	0,1	0,0
6	16,1	12,8	10,4	4,3	1,7	0,5	0,04
7	13,9	10,9	9,3	4,5	2,0	0,5	0,2
8	14,4	11,1	9,7	4,1	1,7	0,6	0,2
9	19,0	15,0	12,1	4,6	1,6	0,3	0,04
10	21,9	16,0	11,8	2,1	0,4	0,04	0,04
11	19,4	13,4	9,0	0,6	0,04	0,04	0,0
12	18,0	11,1	6,5	0,2	0,1	0,0	0,0
Год	203	139	100	25	8	3	0,5

Основное количество осадков выпадает в период с апреля по октябрь в виде дождя. Однако нередко выпадают смешанные осадки в виде мокрого снега, снега с дождем и др.

На территории ЯНАО основной закономерностью направления господствующих ветров является направление ветров зимой с охлажденного материка на Северный Ледовитый океан, а летом – с океана на сушу. При этом в июле повторяемость северных ветров на большей части территории округа составляет 58-63%. Примером могут служить данные, полученные на метеостанции Тарко-Сале (табл. 1.5).

Таблица 1.5 – Повторяемость направления ветров по месяцам года, %

Месяц	Направление ветров								
	С*	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	3	7	17	27	22	11	8	21
2	7	8	8	17	21	18	9	12	18
3	7	7	8	14	20	13	11	20	19
4	10	8	6	12	18	12	11	23	12
5	17	9	7	11	12	8	10	26	8

Окончание таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	19	12	7	9	10	7	10	26	9
7	24	15	8	9	7	8	8	21	14
8	19	11	8	9	10	10	10	23	16
9	11	9	7	14	17	14	13	14	16
10	10	6	7	10	20	19	14	14	12
11	9	5	4	13	21	20	13	15	16
12	7	4	9	14	24	17	13	12	22
Год	12	8	7	12	7	14	11	19	15

* С – северное; СВ – северо-восточное, В – восточное, ЮВ – юго-восточное, Ю – южное, ЮЗ – юго-западное, З – западное, СЗ – северо-западное

Штилевая погода наблюдается редко. В таежной зоне доля дней со штилем не превышает 30 %, а в зоне тундры – 5 %. В то же время количество дней с сильными ветрами (15 м/с и более) в таежной зоне не превышает 5, а на островах и побережье – 60-70 дней в году.

В отдельные годы на территории округа наблюдается значительное усиление ветров, и они достигают скорости 40 м/с. Последнее в значительной степени увеличивает опасность перехода низовых лесных пожаров в верховые, способствует увеличению скорости тундровых пожаров и раздува песка, то есть перемещения песка с открытых участков на прилегающие территории. Усилению ветра во многом способствует открытость территории, особенно в зоне тундры.

Для округа характерны частые метели, количество которых увеличивается от 30-40 дней в зоне северной тайги и 60-70 дней в лесотундре, до 90-100 дней на побережье. Развитие метелей связано чаще всего с прохождением южных, западных и северо-западных циклонов.

Более наглядную картину о годовом ходе метеорологических элементов позволяют получить материалы, приведенные в таблице 1.6, где четко прослеживается жесткость климатических условий на примере данных, полученных на метеостанции города Тарко-Сале.

Для округа характерно также развитие гололедных процессов. При этом количество дней с гололедом варьируется от 2 дней в южных районах до 10-

12 дней на севере и северо-западе округа. Образование гололеда связано, прежде всего, с прохождением южных циклонов, приносящих снег, дожди и морось. Значительно реже гололед образуется при тумане. Известно, что последний образуется благодаря близости Карского моря, низким температурам и высокой влажности воздуха.

Таблица 1.6 – Годовой ход метеорологических элементов по метеостанции г. Тарко-Сале

Месяц	Показатели					
	абсолютный максимум температуры воздуха, °С	абсолютный минимум температуры воздуха, °С	месячная сумма осадков, мм	средняя месячная упругость водного пара	средняя месячная скорость ветра, м/с	средняя месячная температура воздуха, °С
1	2	–58	29	1	3,4	–20,5
2	3	–61	21	1	3,4	–23,4
3	10	–54	29	1,4	3,8	–18,4
4	13	–40	34	3,1	4,1	–9,0
5	28	–31	45	4,6	4,3	–1,2
6	34	–9	72	8,8	4,3	9,3
7	31	–1	71	12,2	3,5	15,4
8	30	–6	66	11,2	3,3	12,3
9	24	–17	78	8,1	3,4	5,9
10	16	–43	62	4,3	4,0	–4,7
11	3	–53	42	1,8	3,4	–17,7
12	0	–59	32	1,2	3,2	–23,9

Известно, что гололед, изморозь и мокрый снег приводят к снеголому, ухудшая санитарное состояние деревьев.

Анализируя климатические условия ЯНАО, нельзя не отметить, что река Обь оказывает тепляющее влияние на прилегающую территорию. При этом несколько увеличивается продолжительность вегетационного периода и в среднем на неделю задерживается наступление заморозков. Летом вблизи реки происходит сглаживание температур, поэтому климат в пойме Оби более умеренный по сравнению с остальной частью территории округа. Указанное объясняет большую производительность древостоев, произрастающих вблизи рек, текущих с юга на север. Указанное неоднократно отмечалось в научной

литературе.

Анализируя климат ЯНАО, следует отметить, что в последние десятилетия прослеживается четкая тенденция повышения температур, что подтверждается поднятием древесной растительности в горах (Шиятов, Мазепа, 2015; Санников и др., 2018; Shirk et al., 2018; Григорьев и др., 2019; Ivanova, 2020; Hagedorn et al., 2022; Fomin et al., 2022; Zhou et al., 2022) и продвижением ее в тундру. Кроме того, в научной литературе имеют место работы, посвященные оттаиванию многолетней мерзлоты.

Пока трудно предположить характер и длительность изменения климата. Однако уже сейчас при планировании работ по лесовосстановлению и лесоразведению необходимо учитывать меняющиеся условия. То же следует сказать и о проведении рекультивационных работ на нарушенных землях. Во всяком случае, уже сейчас следует ожидать увеличения показателей фактической горимости лесов и проектировать мероприятия по недопущению последних.

1.3. Рельеф и почвы

Территория ЯНАО расположена в пределах двух физико-географических стран: Западной Сибири и Урала. При этом рельеф территории ЯНАО относительно однороден. Лишь на самой западной небольшой части территории округа он представлен восточными склонами Уральских гор (Атлас..., 1971), сложенных сильно дислоцированными и метаморфическими осадочными, а также разного рода магматическими породами повышенной стойкости по отношению к процессам разрушения.

В геологическом строении принимают участие верхнечетвертичные аллювиальные отложения, представленные преимущественно мелким песком.

Подавляющая часть территории ЯНАО расположена в северной части Западной Сибири. Указанная территория представляет собой равнину с такими элементами рельефа как низменности, возвышенности, гряды и увалы.

Низменности приурочены к долинам таких рек как Надым, Пур, Таз, где абсолютные отметки высот варьируются от 15-20 до 50 м. Более низкие отметки высот имеют только вышедшие из-под моря поверхности на севере полуостровов Ямал, Явай и Гыданский, где высоты возрастают от 1-5 до 20-35 м.

Из-за малых уклонов местности и очень слабого дренажа, территория ЯНАО характеризуется сильной заболоченностью. При этом на всей поверхности, включающей междуречья, надпойменные террасы и поймы, расположено громадное количество озер и впадин различного генезиса.

Имеющиеся на территории округа возвышенности чаще всего не превышают по высоте 100–130 м, достигая в отдельных случаях 225 м.

Важную роль в дренированности поверхности играют уклоны и степень расчленения рельефа. На основной части территории округа уклоны местности отсутствуют или не превышают $1,5^{\circ}$. В частности, значительную площадь с уклонами около $0,5^{\circ}$ занимают участки в бассейнах рек Пур, Таз и Полуй. Склоны крутизной более 6° приурочены главным образом к речным долинам и побережью.

Для Западной Сибири в целом и района исследований, в частности, характерно широкое распространение грив, вытянутых ложин и замкнутых западин. В замкнутых понижениях обычно аккумулируются атмосферные осадки и развиваются озера и болота. Последнему во многом способствуют малые уклоны местности и сильная обводненность территории. Направление грив-гряд чаще всего ориентировано с северо-востока на юго-запад и с северо-запада на юго-восток. Указанное отражает направление течения древних рек, наиболее полноводных в эпоху четвертичного периода.

Поскольку Ямало-Ненецкий автономный округ на значительной части своей территории входит в зону многолетней мерзлоты, для него характерна более сложная, чем для других районов Западной Сибири, форма мезорельефа. Причины возникновения и границы распространения многолетней мерзлоты на территории Западной Сибири довольно подробно изложены в ряде научных публикаций (Тумель, 1946; Земцов, 1953).

Изучая влияние многолетней мерзлоты на рельеф, И.Я. Ермилов (1934) предложил выделить территорию распространения многолетней мерзлоты в особую географическую зону. Для указанной зоны автором отмечена специфика форм мезо- и микрорельефа. Естественно, что их образование связано с совокупностью факторов, в число которых входят специфика почво-грунта, морозное выветривание, прогревание солнечными лучами и характер оттаивания замороженных грунтов, влияние воды, ветровая эрозия и растительный покров. Влияние многолетней мерзлоты и растительности на многолетнюю мерзлоту освещено в ряде работ (Городков, 1916, 1932)

Южнее района сплошной многолетней мерзлоты мерзлотные элементы рельефа также широко распространены. Они сформировались в эпоху максимального оледенения и сохранились до наших дней. Данная зона Г.В. Крыловым и А.Г. Крыловым (1969) отнесена к зоне реликтовой и островной многолетней мерзлоты. Данная зона почти совпадает с зоной распространения сосновых рямов и болот с карликовой березкой (*Betula nana* L.).

Речная долина реки Оби, так же, как и реки Иртыш может рассматриваться как самостоятельная геоморфологическая область, испытывающая влияние широтных морфологических и климатических зон, которые она пересекает. Долина Оби выработана в рыхлых четвертичных и третичных отложениях. Она имеет ширину до 40 км и пойму с многочисленными руслами и старицами. Для реки Оби характерны широкие надпойменные террасы высотой 10-15–40 м.

Преобладание плоских равнинных поверхностей, суровый климат, низкая испаряемость при значительном количестве осадков, а также широкое распространение супесчано-суглинистых пород способствуют заболачиванию, а, следовательно, и связанных с ним активных рельефообразующих процессов. В геоморфологическом отношении роль процесса заболачивания сводится к выравниванию микропонижений рельефа, в результате нарастания торфяной толщи. Кроме того, формируются новые микроформы рельефа в виде невысоких гряд, бугров и кочек.

В лесотундре на отдельных водоразделах заболоченность достигает 70%. В северной подзоне тайги процессы заболачивания усиливаются и площадь болот достигает 50%, а на водоразделах рек Еваяха, Ямдеавэй, Ягенетта и в верховьях Пура достигает 90%.

Специфической особенностью ЯНАО является наличие песчаных пустынь. Современный эоловый рельеф встречается в различных районах округа, однако чаще всего в северной его части. Последнее обусловлено сильными ветрами при открытости поверхности. Кроме того, эоловые процессы приурочены к речным долинам с участками береговых образований, лишенных растительности. Перевевание и эоловое осадкообразование приводит к образованию валов, бугров и дюн, высота которых обычно не превышает 2-3 м (Седых, 2016).

Разведка и добыча углеводородного сырья способствуют формированию антропогенных форм рельефа. Так, только в пределах Уренгойского газоконденсатного месторождения насчитывается более 1000 карьеров глубиной до 8-10 м.

Кроме того, по территории округа прокладываются линейные сооружения, которые нередко приводят к заболачиванию с одной стороны и осушению с другой. Так, высота насыпей автомобильных дорог в затопляемых поймах достигает 6-8 м, а валов над трубами газопроводов – 3-5 м. Другими словами, можно смело сказать, что на современные процессы формирования рельефа активное влияние оказывает антропогенный фактор.

Особенности биоклиматических, литологогеоморфологических и гидрологических условий ЯНАО обусловили чрезвычайную пестроту, сложность и мозаичность почвенного покрова. Повсеместно близко к поверхности залегающая многолетняя мерзлота обуславливает широкое распространение озер, балок, бугристого и полигонального микрорельефа. Для почв ЯНАО характерна хорошо выраженная широтная зональность. Последнее проявляется не только в различии мощности деятельного слоя (Abakumov, Tomashunas, 2016),

но и в степени дифференциации почвенного профиля с севера на юг (Городков, 1932; Ejarque, Abakumov, 2016; Моргун и др., 2022).

По почвенно-географическому районированию территория ЯНАО находится в Полярном и Бореальном геофизических поясах. При этом южная граница Полярного пояса проходит севернее Полярного круга.

Бореальный пояс, в который входят Западно-Сибирский лесной район притундровых лесов и редкостойной тайги и Западно-Сибирский северо-таежный равнинный лесной район входит в Нижнеобскую провинцию болотных мерзлотных почв и подзолов. При этом в западной части бореального пояса выделен округ волнистых суглинистых моренных равнин с интразональными болотно-подзолистыми и болотно-тундровыми почвами.

В Западно-Сибирском лесном районе притундровых лесов и редкостойной тайги доминирует по площади округ плоско-волнистых песчано-суглинистых озерно-аллювиальных равнин с интразональными болотно-тундровыми почвами. Отдельными языками в указанный лесной район входят округ плоских песчано-глинистых морских равнин с интразонально болотно-тундровыми почвами, а также округ плоско-холмистых песчаных и супесчаных моренных равнин. При этом почвы указанных округов доминируют в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе. На самом юге ЯНАО выделена Уральская провинция горных примитивных органогенно-щебнистых почв. Однако доля этой провинции на территории ЯНАО в целом и Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района относительно невелика.

Характеризуя почвенный покров ЯНАО нельзя не отметить пойменные почвы, которые формируются в результате регулярного затопления паводковыми водами с отложением на поверхности свежих слоев аллювия.

Аллювиальные почвы характеризуются более высокой биогенностью и интенсивностью почвообразования по сравнению с окружающими почвами водоразделов.

Изменение типов почв, довольно часто сопряжено со сменой элементов рельефа, микроклимата, водного режима и растительности. Среди автоморфных почв выделяются иллювиально-железистые подзолы, развивающиеся под сосняками лишайникового и сосняками-лиственничниками, и лиственничниками мшисто-ягодникового типов леса. Данные почвы приурочены к наиболее дренированным повышенным формам рельефа, на которых хорошо развит внутрипочвенный сток и глубоко залегают грунтовые воды.

Иллювиально-железистые языковые подзолы довольно широко распространены под лиственными, сосново-лиственничными с кедром и елью мшисто-ягодниковыми насаждениями. Они также приурочены к возвышенным элементам рельефа. Морфологически иллювиально-железистые языковые подзолы отличаются от иллювиально-железистых наличием в их профиле подзолистых языков, отходящих от нижней границы подзолистого горизонта до 130–160 см.

Иллювиально-гумусовые подзолы расположены в пониженных элементах рельефа по периферии болотных массивов с близким (в пределах 1 м) уровнем залегания грунтовых вод. На данных почвах произрастают лиственничники, сосново-лиственничники долгомошно-сфагновых типов леса.

Анализируя почвенный покров вышеуказанных лесных районов в целом можно отметить, что доминирующими являются глеево-подзолистые, подзолисто-болотные и торфяно-болотные почвы. Подзолистые почвы развиваются только на песчаных почвообразующих породах, а на суглинистых и глинистых отложениях формируются таежно-поверхностно-глеевые почвы. Морфологический профиль указанных почв состоит из слабо оторфованной подстилки коричневого цвета мощностью 8-10 см и серовато-сизого горизонта мощностью 35-45 см с большим количеством охристых пятен. Еще ниже залегает сизо-голубоватая плавунная масса. Почвы характеризуются кислой реакцией и по всему профилю дают положительную реакцию на водно-растворимое двухвалентное железо.

Широко распространенными являются также охристо-эллювиально-глеевые почвы. Последние характеризуются мощным профилем (40-50 см). Под слоем оторфованной лесной подстилки мощностью 3-5 см располагается коричнево-серый гумусовый горизонт толщиной 2-3 см. Ниже его залегает неравномерно окрашенный с белесовато-сизого цвета пятнами на ярко охристом фоне слой толщиной 18-26 см. Ниже указанный пестрый горизонт переходит в сизую оглеенную толщу почвообразующей породы с отдельными ожелезненными пятнами. Верхняя часть профиля охристо-эллювиально-глеевых почв имеет кислую реакцию ($\text{pH} = 5,3-5,6$). С понижением реакция становится близкой к нейтральной. Емкость поглощения данных почв очень низкая – 5-6 мг./экв. на 100 г почвы. Среди обменных катионов преобладает поглощенный аммоний (4–5 мг./экв. на 100 г почвы). Верхняя часть почвенного профиля обогащена подвижными оксидами железа и алюминия.

1.4. Гидрология

Гидрологическая сеть территории ЯНАО представлена реками, озерами, эстуарными бассейнами. Обильное увлажнение и слабая обеспеченность теплоэнергетическими ресурсами способствуют широкому развитию водных объектов. Так, по территории округа протекают крупные реки, характеристика которых приведена в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Гидрографическая характеристика крупных рек ЯНАО

Река	Куда впадает	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Количество притоков длиной более 10 км, шт.
1	2	3	4	5
Обь	Обская губа	5410	2990000	86 в пределах округа
Таз	Тазовская губа	1401	150000	231
Пур	Тазовская губа	1024	112000	116
Щучья (Пырьяха)	Обь	565	12300	270
Надым	Обская губа	545	64000	48
Юрибей (Гыданский)	Гыданская губа	479	11700	132
Массаяха	Тазовская губа	466	26000	154
Полуй	Обь	369	21000	71

Окончание таблицы 1.7

1	2	3	4	5
Куноват	Обь	362	12300	45
Юрибей (Ямальский)	Байдарацкая губа	340	9740	69
Муртыяха	Карское море	300	8530	43

Крупные реки в большинстве своем полноводны и могут использоваться для судоходства. Так, после слияния Малой Оби и Большой Оби образуется водный поток шириной 4 км и глубиной до 40 м. Подавляющее количество крупных рек впадают в затопляемые морем речные долины (эстуарии), называемые губами. Самым крупным эстуарием является Обская губа, имеющая протяженность 800 км при ширине от 30 до 90 км. Средняя глубина Обской губы составляет 9 м, при наибольшей глубине 27 м.

Особо следует отметить наличие на территории ЯНАО огромного количества мелких рек и ручьев, которые в зимний период чаще всего промерзают.

На территории округа имеется большое количество озер. Так, только на полуострове Ямал насчитывается 59 тыс. озер. При этом лишь 51 озеро имеет площадь более 10 км².

Количество озер в бассейне рек Пур достигает 86230 шт., а на водоразделе реки Таз их около 35,44 тыс. шт.

Наличие рек обеспечивает некоторый дренаж территории, чем и объясняется произрастание вдоль рек наиболее производительных насаждений.

Выводы

1. Ямало-Ненецкий автономный округ занимает значительную территорию, различающуюся по природным условиям, что обусловило выделение на его территории трех агроклиматических районов (Арктический, Субарктический и Умеренно-таежный) и двух лесных районов (Западно-Сибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги, Западно-Сибирский северо-таежный равнинный).

2. Климат на территории ЯНАО резко континентальный, что обусловлено близостью холодного Карского моря и открытостью территории с севера

и юга.

3. Для ЯНАО характерны продолжительная морозная зима и короткое лето.

4. Количество осадков увеличивается с севера на юг, достигая в пос. Тазовский 640 мм. При этом на зимние осадки приходится 20 % их годовой суммы.

5. Недостаток тепла, слабые уклоны местности и значительное количество осадков способствуют заболачиванию.

6. Рельеф территории округа относительно ровный с незначительными перепадами высот. Макрорельеф определяется повсеместным размещением многолетней мерзлоты, заболоченностью и эоловыми процессами на участках, лишенных растительности.

7. Значительное влияние на формирование рельефа оказывает строительство площадных и линейных объектов, связанных с разведкой, добычей и транспортировкой углеводородного сырья.

8. Специфика рельефа, наличие многолетней мерзлоты и механический состав подстилаемых грунтов обеспечивают мозаичность почв. При этом в почвенном покрове доминируют глеево-подзолистые, подзолисто-болотные и торфяно-болотные почвы.

9. ЯНАО богат водными ресурсами. На его территории протекают крупные реки и расположено большое количество озер. В то же время основная масса мелких озер и речек в зимний период промерзает.

10. Наличие рек обуславливает дренаж территории на участках к ним прилегающих, что, в сочетании с отепляющим влиянием рек, создает условия для формирования в поймах более продуктивных насаждений, чем на суходолах и способствует продвижению древесной растительности на север.

11. Жесткие климатические условия усложняют реализацию лесохозяйственного направления рекультивации и ограничивают ассортимент древесных пород для лесоразведения на нарушенных землях.

2. Проблема рекультивации земель, нарушенных в процессе разведки, добычи и транспортировки углеводородного сырья

Развитие цивилизации имеет и отрицательные последствия. Так, разработка месторождений полезных ископаемых, создание транспортной инфраструктуры, строительство городов и других населенных пунктов чаще всего сопровождается вырубкой древостоев, ухудшением экологической обстановки и увеличением площади нарушенных земель (Чижов, 1998, 2000, 2004; Залесов и др., 2002; Михайлова, 2008; Лиханова, Железнова, 2012; Капелькина, 2013; Чижов, Кулясова, 2018).

Особенно существенные экологические последствия наблюдаются при разведке и освоении месторождений углеводородного сырья. Последнее объясняется тем, что нефтегазодобыча сопровождается повреждением или уничтожением основных компонентов лесных насаждений и природных комплексов (Прокаев и др., 1979; Вегерин, Захаров, 1987; Гашев и др., 1991, 1997; Седых, 1996, 2016; Захаров и др., 1998; Залесов и др., 2002; Луганский и др., 2007; Назаренко, 2012).

М.В. Сурсов (2008) отмечает, что негативными последствиями геолого-разведки в суходольных лесных массивах является: практически полное уничтожение растительного покрова на буровых площадках; сильное уплотнение и почти полная минерализация почвы; создание предпосылок к ее быстрому частичному заболачиванию; чрезвычайно медленное восстановление растительного покрова, сопровождающееся задержанием, иногда существенным, территорий; медленные процессы естественного лесовосстановления с неизбежной сменой пород; привнесение чужеродных видов; полное изменение видового состава растительного покрова с сомнительными перспективами восстановления его первоначального облика.

Минимизация негативного воздействия техногенеза на окружающую среду может быть обеспечена только оперативными мероприятиями по рекультивации нарушенных земель и вовлечению их в хозяйственный оборот

после возвращения в исходное состояние (Гашев и др., 1997; Лопатин и др., 1997; Zalesov et al., 2020; Чижов, 2000, 2004; Платонов и др., 2021). При этом важно учитывать, что эффективность восстановления нарушенных земель зависит, прежде всего, от правильного выбора направления рекультивации и технологических приемов по восстановлению почвенно-растительного покрова. Ошибки в выборе направления рекультивации и непродуманное проведение рекультивационных работ приводят к негативным результатам, несмотря на значительные трудовые и финансовые затраты (Баранник, 1988; Залесов и др., 2013).

В настоящее время разработано и адаптировано несколько направлений рекультивационных работ. Среди них (Чибрик, 2002; Пигорев, 2006; Половников, 2016; Кузнецов, Чекаев, 2016; Осипенко, 2021) выделяют следующие:

- лесохозяйственное – результатом которого является создание на рекультивируемых землях лесных насаждений различного целевого назначения;
- водохозяйственное – преследующее цель создания в требующих рекультивации пониженных элементах рельефа водоемов различного целевого назначения;
- рыбохозяйственное – близкое по своей сути с водохозяйственным направлением, однако, имеющее цель разведение рыбных ресурсов;
- рекреационное – направление конечной целью которого является создание рекреационных объектов, то есть условий для отдыха населения и восстановления сил, утраченных в процессе выполнения производственной деятельности;
- природоохранное – данное направление рекультивации проектируется в слабоосвоенных, труднодоступных местах и заключается в сохранении земель в исходном состоянии с ликвидацией только очагов негативного воздействия на окружающую среду, очагов эрозии почвы, в частности;
- санитарно-гигиеническое – данное направление рекультивации предусматривает биологическую и техническую консервацию нарушенных земель, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду, в том случае,

когда рекультивация нарушенных земель в полном объеме для хозяйственного использования экономически неэффективна;

- строительное – данное направление преследует цель создания на рекультивированных землях участка, пригодного для промышленного и гражданского строительства.

Кроме вышеуказанных направлений на практике довольно часто применяется комбинированный способ рекультивации, когда на одном рекультивационном участке используется два и более направления рекультивации. Так, в частности, создание рекреационных объектов на нарушенных землях нередко сочетается с водохозяйственным или рыбохозяйственным направлениями, т.е. созданием водоемов для разведения рыбы, пожарных водоемов и т.д. (Платонов, 2020, 2021; Залесов и др., 2022).

Проблема рекультивации нарушенных земель вызвала необходимость проведения комплексных исследований по выбору оптимального способа рекультивации, обеспечивающего максимальный эффект при минимальных затратах трудовых и финансовых ресурсов. Указанные исследования проводятся как на территории Российской Федерации, так и в других странах ближнего и дальнего зарубежья.

Анализ литературных источников свидетельствует о существенных наработках по рекультивации нарушенных земель на месторождениях асбеста и редкоземельных металлов (Зарипов и др., 2017, 2019, 2020 а, б, г., 2021; Зарипов, 2018; Залесов и др., 2017, 2018), при добыче песка и глины (Зарипов и др., 2020 а, в; Осипенко и др., 2020, 2021; Осипенко, 2021), торфа (Морозов и др., 2021), а также каменного угля (Микрюкова, 2006; Novak et al., 2009; Мананов и др., 2011; Wang et al., 2013; Сафронова и др., 2018; Лавриненко, Моршневу, 2018; Доронькин и др., 2019; Лавриненко и др., 2020).

Естественно, что достаточно много научных работ посвящено и эффективности рекультивации нарушенных в процессе разведки и добычи углеводородного сырья земель (Руководящий..., 1987; Гайнутдинов и др., 1988; Решет-

ников, 2008; Рекомендации ..., 2011; Чудецкий и др., 2014; Седых, 2015; Оборин и др., 1988 а, б; Чижов, 1990, 2000 б; Залесов и др., 2020). В процессе рекультивации активно используются препараты, содержащие микробные сообщества, разлагающие разлитую нефть (Hughes, Mckenzil, 1975; Raymond et al., 1976; Perry, 1977; Ward, Brock, 1978; Price, 1980; Cerniglia et al., 1982 а, в).

В то же время если работ по рекультивации нефтезагрязненных земель очень много, то работ по рекультивации нарушенных земель при добыче строительных материалов и создании инфраструктуры относительно немного.

Поскольку рекультивационные работы требуют значительных трудовых и финансовых затрат, очень важно иметь объективные данные о естественном восстановлении нарушенных земель. Перевод даже части нарушенных земель под естественное восстановление, если последнее возможно в приемлемые сроки, может существенно снизить затраты на рекультивационные работы.

Выбор направления рекультивации зависит от значительного количества факторов. Прежде всего, это химический и механический состав почвогрунтов нарушенных земель. Наличие в почвогрунтах тяжелых металлов, радионуклидов, других вредных для человека и животных химических элементов исключает проектирование сельскохозяйственного направления рекультивации, а также водохозяйственного с целью создания питьевых водоемов.

На выбор направления рекультивации оказывают влияние природно-климатические условия, включающие гидрологические, орографические, климатические факторы. Именно природно-климатические условия во многом определяют продолжительность вегетационного периода для растений, ассортимент возможных для выращивания видов, устойчивость создаваемых на нарушенных землях насаждений.

Нельзя не учитывать при выборе направления рекультивационных работ также социальных и экономических условий региона. Так, в частности, на слабоосвоенных территориях, где не ведется строительство, сложно проектировать строительное направление.

Нельзя не учитывать при проектировании рекультивационных работ и вид нарушенных земель. Логично, что рыбохозяйственное и воднохозяйственное направления неприемлемы на отвалах месторождений, золоотвалах и других искусственных сооружениях, не связанных с созданием микропонижений.

О необходимости учета комплекса факторов при проектировании рекультивационных работ писали многие исследователи (James, 1953; Панков, 1975; Инструкция, 1977; Овчинников и др., 1978; Трофимов, 1981; Указания..., 1981; Стифеев, 1988; Пигорев, 2006; Коронатова, 2007; Коронатова, Миронычева-Токарева, 2012; Лиханова, Железнова, 2012; Хамарова, 2020; Бачурина и др., 2020).

В то же время большинство ученых, занимающихся изучением вопросов рекультивации нарушенных земель, отмечают, что в условиях таежной зоны наиболее перспективным направлением является лесохозяйственное (Баталов и др., 1988; Иванова, 2000; Михайлова, 2008; Морозов и др., 2010, 2021; Чижов, Кулясова, 2018; Белов и др., 2021; Морозов, 2022). Выбор лесохозяйственного направления рекультивации обосновывается тем, что в таежной зоне нарушенные земли ранее входили в лесной фонд, а, следовательно, вернуть их в исходное состояние проще всего путем создания искусственных насаждений. Другими словами, лесохозяйственное направление является в данных условиях наиболее удобным, доступным и дешевым направлением рекультивации нарушенных земель.

Интенсивное промышленное освоение северных районов Западной Сибири и особенно Ямальского региона тесно связано с нарушением природных экосистем и привнесением в биосферу значительного количества загрязняющих веществ. Последнее со временем может стать причиной экологического дисбаланса, отражающегося на качественном составе различных компонентов биогеоценоза.

О размерах антропогенного вмешательства в природные экосистемы можно судить по следующему примеру. На 1.01.2011 г. на территории Ханты-

Мансийского автономного округа Югры числилось 155718 скважин. При расчетном объеме бурового шлама, образующегося при бурении одной скважины около 1000 м³ с учетом начальной влажности 50-70%, выбуренный объем горной породы вместе с отходами буровых растворов, при равномерном распределении покрывает площадь округа 538801 км² слоем толщиной 0,288 м с объемом отходов не менее 3991 тыс. м³ (Волков, 2012).

Рекультивация нарушенных земель неразрывно связана с необходимостью увеличения, точнее восстановления, почвенного плодородия. С этой целью перед началом работ арендатор обязан снять плодородный слой почвы с участка, на котором планируется добыча, переработка или транспортировка полезных ископаемых. Снятый слой почвы размещается и хранится в специальных буртах до окончания использования участка, а затем применяется при техническом этапе рекультивационных работ. Таким образом, верхний, наиболее ценный слой почвы, не теряется, а служит основой для ведения хозяйства на рекультивированном участке. Указанное вполне согласуется с точкой зрения Н.А. Луганского с соавторами (Луганский и др., 2005), которые под рекультивацией понимали 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.

Однако восстановление почвенного плодородия за счет сохраненного верхнего слоя почвы, хорошо зарекомендовавшее себя в южных регионах, не дает желаемого эффекта в подзоне северной тайги и тем более в притундровых редколесьях. Причина заключается в том, что при медленной деструкции органических остатков и доминировании подзолистого процесса на поверхности песчаных почв формируется очень тонкий слой гумуса и его сбор и буртование экономически не целесообразны. Кроме того, при добыче песка в сухоройных

карьерах верхний слой почвы вместе с лесной подстилкой может использоваться при отсыпке дорог, оснований буровых площадок и так далее. Последнее вызывает необходимость поиска альтернативных путей повышения почвенного плодородия на рекультивируемых землях.

В определенной степени отсутствие плодородного слоя почвы может быть компенсировано торфом, который после его известкования и перемешивания с верхними горизонтами рекультивируемых земель может повысить плодородие и физико-химические свойства субстрата, создавая при этом условия для формирования почвы. В то же время добыча торфа требует последующей рекультивации участков, где он добывался. К сожалению, работ по анализу рекультивации участков, где ранее добывался торф, в научной литературе очень немного (Гринченко, 2007; Морозов и др., 2021).

В опубликованных работах отмечается, что для бывших торфоразработок в наибольшей степени подходит лесохозяйственное направление рекультивации. При этом чаще всего используется естественное зарастание или создание лесных культур. Создание искусственных насаждений вызывает чаще всего проведение дополнительных работ, которые включают углубление магистральных и картовых каналов, а также придание им уклона для самотечного сброса воды; засыпку неуглубленных картовых каналов; разравнивание грунта, вынутого из каналов при их углублении; разработку и разравнивание торфа на подштабельных полосах; вспашку залежи кустарниково-болотным плугом или фрезерной машиной; планировку поверхности (Морозов и др., 2021).

Поскольку чаще всего искусственные насаждения создавались на бывших торфоразработках, где торф добывался на топливо, после его добычи оставался слой толщиной 0,4-0,5 м. Посадка сеянцев при создании лесных культур производится, как правило, в пласт для исключения вымокания. Материалы обследования лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), созданных 16-23 года назад в

Средне-Уральском таежном лесной районе (Об утверждении..., 2014) на выработанном торфянике, показали, что они характеризуются хорошим состоянием. К основным причинам гибели лесных культур можно отнести угнетение их мягколиственными породами, повреждение дикими копытными животными и вымокание. Особо следует отметить, что спустя 25 лет после проведения рекультивационных работ на участке формируются сосняки и ельники мелкотравно-зеленомошного и разнотравно-зеленомошного типов леса.

Не следует забывать о необходимости рекультивации выработанных карьеров песка. В условиях севера Западной Сибири с повышенной заболоченностью необходимым условием является обсыпка песком оснований площадных и линейных объектов. Другими словами, возникает необходимость в добыче значительных объемов песка. Последний на территории Ямало-Ненецкого автономного округа добывается гидронамывным и сухойным способами. При гидронамывном способе рядом с озером, имеющим песчаное дно, на болоте формируется подштабельное основание, на которое размещается добываемый со дна озера песок. После использования песка рекультивации подлжит как водоем, со дна которого добывался песок, так и подштабельное основание.

При сухойным способе песок добывается открытым способом в карьерах. Глубина карьеров относительно невелика, поскольку увеличению глубины препятствует высокий уровень грунтовых вод.

Так же на территории ЯНАО применяют комбинированный способ добычи песка, сначала разработка карьера ведется открытым способом, далее, учитывая высокий уровень грунтовых вод, гидронамывным способом с применением специализированной техники.

Промышленная разработка песчаных карьеров приводит к нарушению естественного ландшафта, уничтожению растительного и почвенного покрова, возникновению эрозионных процессов, изменению окружающей природной среды. Для ЯНАО характерно формирование так называемых песча-

ных раздувов или песчаных пустошей. Образование последних некоторые ученые связывают непосредственно с добычей значительного количества песка и оставлением без каких-либо рекультивационных работ сухоройных песчаных карьеров.

В отличие от естественного зарастания в более южных районах сухоройные песчаные карьеры на территории ЯНАО зарастают крайне медленно по причине жестких климатических условий, отсутствия в выработанных карьерах плодородия, а также перевевания песка. Последний, как абразив, перемещаясь под действием ветра, срезает или засыпает появляющиеся всходы как древесной, так и травянистой растительности.

Под восстановлением нарушенных земель следует понимать создание условий, при которых возможно естественным или искусственным способом формирование древесной растительности. Для начального этапа формирования почвы в южных районах практикуют посадку многолетнего люпина (Жилкин, 1965; Поджаров, 1967; Рожков и др., 1969; Застенский, 1979; Гордиенко и др., 1982; Застенская, 1998; Иванова, 2020).

Однако в условиях ЯНАО посадка многолетнего люпина не может дать большого эффекта из-за его вымерзания и короткого вегетационного периода. Более перспективно, на наш взгляд, закрепление песка и формирование почвы путем посадки злаковой травянистой растительности (Залесов, Оплетаев, 2020) или покрытием подштабельных оснований и поверхности выработанных сухоройных карьеров слоем торфа с последующим дискованием и перемешиванием его с верхним слоем песка.

При проектировании рекультивационных мероприятий путем лесоразведения, т.е. создания лесных культур очень важно иметь объективные данные об оптимальной температуре и влажности почвы для роста корневых систем. К сожалению, несмотря на значительное количество работ по данному вопросу у ученых нет единого мнения. Так, для роста корней ели европейской оптимальной признается температура почвы 10-16⁰С (Абражко, 1973), 10-12⁰С (Рахтеенко, 1963), выше 7-8⁰С (Бобкова, 1974) и 26⁰С (Lyr et al., 1967). И.Н.

Рахтеенко (1963) отмечает, что для роста корней липы мелколистной оптимальной является температура почвы 15-17⁰С. При этом большинство ученых единодушно в мнении, что оптимальной влажностью для роста корней большинства деревьев таежной зоны является 60% от полной влагоемкости (Панкратова, 1951; Рахтеенко, 1963; Афанасьев, 1964; Коротаев, 1987). Однако ряд авторов отмечают, что оптимальная для роста корней влажность почвы, также зависит от общей потребности конкретных видов во влаге (Нестерович и др., 1967; Погребняк, 1968; Мелехов, 1980).

Рекультивация нарушенных земель – мероприятие достаточно трудоемкое и требует значительных финансовых затрат. Последнее обуславливает необходимость комплексного подхода к изучению нарушенных земель с целью установления возможностей естественного зарастания. Логично, что в ряде случаев часть нарушенных земель может восстанавливаться самостоятельно, что значительно сократит затраты и позволит сконцентрировать их на участках, требующих реальной рекультивации.

В качестве примера успешного самозарастания можно привести сейсморазведочные профили. Данные профили прорубаются и используются в зимний период при промерзшем грунте, что минимизирует негативное воздействие на почву и нижние яруса растительности. Кроме того, ширина разрубаемых профилей, как правило, не превышает 4 м, что обеспечивает наличие семян на указанных профилях и последующее накопление подроста.

Исследованиями сотрудников Уральского государственного лесотехнического университета (Морозов и др., 2010, 2021 а, б; Морозов, 2022) экспериментально доказано успешное естественное зарастание сейсморазведочных профилей и обосновано исключение их из объектов, подлежащих рекультивации. Имеются и другие положительные примеры успешного самозарастания нарушенных земель травянистой или древесно-кустарниковой растительностью (Осипенко и др., 2020, 2021; Залесов и др., 2022). Однако в подавляющем большинстве случаев на нарушенных землях требуется проведение рекультивационных работ.

Выводы

1. Разведка, добыча и транспортировка углеводородного сырья оказывает наиболее существенное разрушающее воздействие практически на все природные комплексы.

2. Помимо загрязнения нефтью и нефтепродуктами значительная часть нарушенных земель в районах добычи углеводородного сырья представляет собой выработанные карьеры песка, подштабельные основания гидронамывных карьеров, сейсморазведочные профили, основания разведочных скважин и т.д.

3. Основным направлением рекультивационных работ должно стать лесохозяйственное. Однако, если в подзонах средней и южной тайги вопросы создания искусственных насаждений на нарушенных землях довольно хорошо изучены, то на территории ЯНАО данные вопросы в научной литературе практически не освещались.

4. В последние годы при лесовосстановлении и лесоразведении широко используется посадочный материал с закрытой корневой системой, однако опыт его использования на территории ЯНАО не обобщен.

5. Различие видов нарушенных земель при нефтегазодобыче вызывает необходимость совершенствования рекультивационных работ, основываясь на объективных данных об эффективности естественного зарастания нарушенных земель и проведения работ по искусственному лесоразведению.

3. Программа, методика и объем выполненных работ

3.1. Программа работ

В соответствии с установленными целью и задачами исследований была составлена и реализована следующая программа работ:

1. Выполнить анализ природных условий районов исследования.
2. Проанализировать материалы научных исследований и ведомственные материалы по проблеме рекультивации нарушенных земель.
3. Проанализировать основные виды нарушенных земель в районе исследования.
4. Проанализировать достоинства и недостатки применяющихся технологий рекультивации различных видов нарушенных земель.
5. Проанализировать эффективность лесохозяйственного направления рекультивации песчаных карьеров.
6. Проанализировать эффективность рекультивации созданием лесных культур на линейных объектах, кустовых основаниях и других площадных объектах.
7. Проанализировать возможность лесоразведения на песчаных пустошах и в редицах.
8. Разработать предложения по совершенствованию биологического этапа рекультивации нарушенных земель в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района.

3.2. Методика исследований

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП). До закладки ПП проводились исследования, включающие анализ видов нарушенных земель, на которых происходило естественное лесовосстановление или выполнены работа по искусственному лесоразведению, а также другие работы по рекультивации нарушенных земель.

Все пробные площади закладывались и обрабатывались по методике, принятой в лесоустройстве, согласно Лесоустроительной инструкции... (2022) с учетом требований ОСТ 56-69-83 (1983) и широко апробированных методик (Данилик и др., 2001; Данчева, Залесов, 2015; Бунькова и др., 2020; Данчева и др., 2023).

Перед закладкой ПП подробно описывалась характеристика участка, его местоположение, размеры, виды проведенных работ с указанием координат, установленных GPS навигаторами, и дата проведения работ. Особое внимание уделялось специфике проведения рекультивационных работ и качеству их выполнения.

При закладке ПП учитывалась специфика изучаемых объектов. При этом ПП закладывались на основных видах нарушенных земель по группам типов леса. Особое внимание при проведении работ уделялось оценке естественного лесовосстановления и последствиям лесоразведения.

При закладке ПП на участках, с сформировавшимися древостоями, размер ПП определялся из требований наличия на них не менее 200 деревьев для средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных насаждений. Для молодняков минимальное количество деревьев на ПП увеличивалось до 400 шт. Форма ПП устанавливалась, как правило, прямоугольной, если последнее позволяло обеспечить необходимый размер изучаемого объекта.

Сплошной пересчет деревьев на ПП производился по 2-сантиметровым ступеням толщины. Сумма площадей поперечных сечений на 1 га устанавливалась по материалам пересчета деревьев по ступеням толщины с использованием таблиц площадей сечений по каждой ступени толщины.

Путем деления суммы площадей сечений на соответствующее количество деревьев вычислялась площадь поперечного сечения на высоте 1,3 м у среднего дерева и по ней определялся средний диаметр элемента древостоя. Средняя высота устанавливалась по графику высот для дерева среднего диаметра. Основанием для построения графика служили данные обмера высот 20–25 модельных деревьев на каждой пробной площади. Запас определялся путем

суммирования запасов по ступеням толщины, установленным с использованием объемных таблиц.

Возраст основного элемента леса определялся по материалам книги учета лесных культур, а также путем подсчета годовичных колец на срубленных рядом с ПП 3-5 модельных деревьев. При невозможности рубки модельных деревьев возраст их устанавливался по кернам, взятым с использованием возрастного бурава. Возраст подроста сосны устанавливался по мутовкам.

Учет естественного возобновления, точнее подроста и всходов, производился на учетных площадках размером 2×2 м из расчета 15-25 учетных площадок на каждой пробной площади. Обязательным условием при закладке учетных площадок в границах ПП являлось одинаковое расстояние между ними. Учетные площадки закладывались равномерно по ПП. В ряде случаев закладка учетных площадок производилась по диагоналям изучаемого объекта или вдоль вытянутого (линейного) объекта, то есть в соответствии со спецификой исследований.

При перече́те подроста на учетных площадках использовались апробированные методические рекомендации и правила (Побединский, 1966; Методические..., 2011; Данчева, Залесов, 2015; Бунькова и др., 2020; Об утверждении..., 2021; Правила..., 2022). При этом на всех учетных площадках производился перече́т всходов, подроста и подлеска. При перече́те к всходам относились экземпляры основных древесных пород, способных в данных природно-климатических условиях сформировать древостой. Экземпляры самосева старше двух лет относились к подросту. При перече́те весь подрост подразделялся по видам, жизненному состоянию и группам высот.

Самосев старше двух лет (подрост), а также высаженные при создании лесных культур сеянцы, то есть накопление древесных пород под пологом и на не покрытых лесной растительностью площадях, способный в данных природно-климатических условиях создать древостой, распределялся на три группы по жизненному состоянию.

К жизнеспособному подросту относились экземпляры, характеризующиеся следующими признаками: густая хвоя (листва), зеленая или темно-зеленая окраска хвои (листвы), заметно выраженная мутовчатость, островершинная или конусовидная симметричная густота или средней густоты крона протяженностью до $1/3$ высоты ствола в группах подроста и до $1/2$ высоты ствола – при одиночном размещении, прирост центрального побега по высоте за последние 3-5 лет не утрачен, при этом прирост центрального (вершинного) побега равен (или больше) приросту боковых побегов (ветвей) верхней половины кроны, стволики прямые неповрежденные кора гладкая или мелкочешуйчатая без лишайников (Об утверждении..., 2021).

Растущий на валежнике подрост основных хвойных пород относится по указанным признакам к жизнеспособному в том случае, если валежная древесины разложилась, а корни подроста проникли в минеральную часть почвы.

К нежизнеспособному относится подрост с нетипичным цветом хвои (листвы), повреждениями центрального стволика, приростом центрального (вершинного) побега менее такового у боковых побегов (ветвей), наличием на стволике лишайников, наличием на ветвях и стволике паутинных образований, признаков повреждения вредителями и болезнями, утраченным приростом центрального побега, расположением корней в гниющей древесине при условии, если они не достигли минерального слоя.

К сомнительному подросту относятся экземпляры, отнесение которых к жизнеспособным или нежизнеспособным вызывает затруднение.

При камеральной обработке собранных материалов, на предмет обеспеченности ПП подростом, нежизнеспособные экземпляры не учитываются. Их перечень необходим лишь для понимания причин обеспеченности подростом.

Сомнительный подрост учитывается с соблюдением следующего правила. Половина подроста данной жизненной категории относится к жизнеспособному, а вторая половина к нежизнеспособному.

При учете весь подрост подразделяется на три категории по высоте: мелкий, средний и крупный. К категории мелкого подроста относятся экземпляры

высотой до 0,5 м. К среднему по высоте подросту относятся экземпляры высотой 0,6-1,5 м и к крупному подросту относятся экземпляры высотой более 1,5 м. При наличии на учетных площадках молодняка, последний относится к крупному подросту.

При анализе полученных данных по густоте (количество экземпляров подроста на единице площади) подрост подразделялся на редкий – до 2,0 тыс. экз. га, средний густоты – 2-8 тыс. экз./га и густой – более 8 тыс. экз./га.

Поскольку подрост на пробных площадях имеет разную высоту производился его перерасчет на крупный. При этом для определения количества подроста в пересчете на крупный использовались следующие коэффициенты: для мелкого подроста – 0,5, среднего – 0,8 и крупного – 1,0. Если подрост смешанный по составу оценка успешности возобновления производилась по основным лесным древесным породам, соответствующим природно-климатическим условиям северной подзоне тайги ЯНАО.

По распределению жизнеспособного подроста по площади все ПП распределялись на три категории в зависимости от показателя встречаемости. Под показателем встречаемости нами подразумевалось выраженное в процентах отношение количества учетных площадок с наличием хотя бы одного экземпляра подроста конкретной древесной породы, или конкретных древесных пород, к общему количеству заложённых учетных площадок. При показателе встречаемости свыше или равно 65% подрост характеризуется как равномерный. При показателе встречаемости 40-64% как неравномерный. Если подрост расположен группами не менее 10 экземпляров мелких или 5 экземпляров средних и крупных и указанное количество подроста относится к жизнеспособному, то в целом подрост характеризуется как групповой.

Учет подроста после проведения рекультивационных работ производился, как правило, не менее чем через два года после проведения работ.

Обеспеченность подростом не покрытых лесной растительностью и нарушенных земель по лесным районам ЯНАО устанавливалась в соответ-

ствии с требованиями действующих нормативных документов (Об утверждении..., 2021) с учетом группы типов леса или типов лесорастительных условий и древесной породы (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Критерии и требования к молоднякам, площади которых подлежат отнесению к землям, на которых расположены леса для Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района

Древесная порода	Группа типов леса или типов лесорастительных условий	Возраст (к молоднякам, созданным искусственным или комбинированным способами) не менее, лет	Количество деревьев главной породы не менее, тыс. шт./га	Средняя высота деревьев главной породы не менее, м
Ель сибирская	мшистая, травяная, сложная	9	2,0	0,8
	черничная, долгомошная	9	1,5	0,7
Лиственница сибирская	мшистая, травяная, сложная	6	1,8	1,3
Сосна кедровая сибирская	мшистая, травяная, сложная	10	1,7	0,8
	черничная	10	1,5	0,7
Сосна обыкновенная	лишайниковая	8	2,2	0,9
	брусничная, мшистая, травяная, сложная	8	2,0	1,2

Способ лесовосстановления определяется по лесным районам с учетом имеющегося жизнеспособного подроста и молодняка хозяйственно-ценных древесных пород (табл. 3.2).

На территории ЯНАО в процессе выполнения лесоустроительных работ были выделены следующие типы леса: БГБР – багульниково-брусничный; БРБГ – бруснично-багульниковый; БР – брусничный; БРБГМ – бруснично-багульниково-моховой; БСФ – багульниково-сфагновый; ГБМ – голубично-бруснично-моховой; ДМСФ – долгомошно-сфагновый; ДМХВ – долгомошно-хвощевый; ЕРН – ерниковый; ЗММТ – зеленомошно-мелкотравный; ЗМЯГ – зеленомошно-ягодниковый; КЛШ – кустарничково-лишайниковый;

Таблица 3.2 – Способы лесовосстановления для Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района

Способ лесовосстановления	Древесные породы	Группы типов леса, типы лесорастительных условий	Количество жизнеспособного подроста и молодняка, тыс. шт./га
Естественное лесовосстановление путем мероприятий по сохранению подроста, ухода за подростом	сосна, лиственница	нагорная и лишайниковая	более 2,5
		зеленомошная	более 4,0
		чернично-долгомошная	более 3,5
	ель, пихта	зеленомошная, чернично-долгомошная	более 2,5
		травяная, травяно-болотная	более 2,0
	сосна кедровая сибирская	зеленомошная, чернично-долгомошная	более 1,5
		травяная, травяно-болотная	более 1,0
		зеленомошная	более 3,0
	береза	чернично-долгомошная, травяно-болотная	более 5,0
Естественное лесовосстановление путем минерализации почвы Комбинированное лесовосстановление	сосна, лиственница	нагорная и лишайниковая	1,5–2,5
		зеленомошная	2,0–4,0
		чернично-долгомошная	1,5–2,5
	ель, пихта	зеленомошная, чернично-долгомошная	1,5–2,5
		травяная, травяно-болотная	1,0–2,0
	сосна кедровая сибирская	зеленомошная, чернично-долгомошная	1,0–1,5
		травяная, травяно-болотная	0,5–1,0
	береза	зеленомошная	1,0–3,0
		чернично-долгомошная, травяно-болотная	2,0–5,0
Искусственное лесовосстановление	сосна, лиственница	нагорная и лишайниковая	менее 1,5
		зеленомошная	менее 2,0
		чернично-долгомошная	менее 1,5
	ель, пихта	зеленомошная, чернично-долгомошная	менее 1,5
		травяная, травяно-болотная	менее 1,0
	сосна кедровая сибирская	зеленомошная, чернично-долгомошная	менее 1,0
		травяная, травяно-болотная	менее 0,5
	береза	зеленомошная	менее 1,0
		чернично-долгомошная, травяно-болотная	менее 2,0

КСФ – кустарничково-сфагновый; ЛШ – лишайниковый; ОССФ – осоково-сфагновый; П – пойменный; ПР – приручевый; ТРБ – травяно-болотный; ХВ

– хвощевый; ХВЗМ – хвощево-зеленомошный.

Сравнение указанных типов леса с группами типов леса и лесорастительных условий, приведенных в нормативно-технических документах (Об утверждении..., 2021), свидетельствует, что ряд типов леса сложно отнести к той или другой группе типов леса. В целях устранения указанной сложности для Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района предложена таблица сопоставления типов леса ЯНАО с группами типов леса, указанным в нормативно-технических документах (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Перечень групп типов леса или типов лесорастительных условий согласно Приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.12.2021 г. № 1024 и типов леса лесного фонда ЯНАО

№ п/п	Группы типов леса, типы лесорастительных условий	Типы леса	Главные лесные древесные породы
1	Нагорная, лишайниковая	ЛШ, КЛШ	Сосна, лиственница
2	Зеленомошная, чернично-долгомошная, мшистая, сложная, брусничная	БГБР, БРБГ, БР, БРБГМ, ГБМ, ХВЗМ, ЗММТ, ЗМЯГ	Сосна, лиственница, ель, пихта, кедр
3	Травяная	П, ПР, ХВ, ДМХВ	Ель, пихта, кедр
4	Травяно-болотная	БСФ, ДМСФ, ЕРН, КСФ, ОССФ, ТРБ	Ель, пихта, кедр, сосна

Камеральная обработка экспериментальных материалов производилась в соответствии с общепринятыми методиками и действующими ГОСТами и инструкциями.

Статистико-математическая обработка материалов производилась на ПЭВМ типа IBM PC с помощью прикладных программ в соответствии с методическими рекомендациями А.К. Метропольского (1971), В.М. Шмидта (1984); Г.Н. Зайцева (1984), Е.Б. Назаренко (1987), А.В. Giginova, В.М. Stepanova (2004); А.С. Бондаренко, А.В. Жигунова (2016). Тесноту и характер связи между парными признаками оценивали по коэффициенту корреляции и корреляционному отношению.

При проведении исследований на всех их этапах был соблюден принцип единственности различий, что позволяет надеяться на получение достоверности результатов.

При проведении исследований помимо материалов, полученных автором работы лично в процессе полевых экспериментальных исследований использовались литературные и ведомственные материалы, что позволило получить более объективную картину процессов лесовосстановления и лесоразведения в районе исследования.

На основании полученных материалов были разработаны предложения в рекомендации по совершенствованию способов лесоразведению на нарушенных землях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района. При разработке предложений в их основу был положен период времени, за который после технического этапа рекультивации нарушенных земель будет сформирован молодняк хозяйственно-ценных пород, позволяющий перевести участок в покрытые лесной растительностью земли.

Вариант, при котором в данном лесном районе и группе типов леса будет достигнута поставленная цель в минимальные сроки и при минимальных затратах принимался нами за оптимальный и рекомендовался производству.

Другими словами, при планировании способа лесоразведения нами принимались не вид посадочного материала или рекомендованный нормативными документами способ лесовосстановления, а регионально-обоснованные особенности лесовосстановления, обеспечивающие перевод нарушенных земель или не покрытых лесной растительностью земель в покрытые лесной растительностью земли.

3.3. Объем выполненных работ

В ходе выполнения работ были проанализированы нормативно-технические документы, касающиеся рекультивации нарушенных земель. Проведена увязка групп типов леса, используемых в лесохозяйственной практике Ямало-

Ненецкого автономного округа с типами леса, указанным нормативно-техническим документе по лесовосстановлению.

Обследованы 4 производственных объекта, где рекультивационные работы заключались в рыхлении почвы и посеве травосмесей; 24 сухоройных и гидронамывных карьера с изучением количества подроста и всходов, а также на 8 ПП замерены приросты центрального и боковых побегов у 240 экземпляров подроста за 14-летний период.

Заложено 14 ПП в лесных культурах разного возраста в выработанных песчаных карьерах по изучению эффективности посева семян сосны обыкновенной (2ПП), посадки сеянцев с ОКС (5 ПП), ЗКС (3 ПП) и черенков ивы (4 ПП).

На рекультивированных линейных объектах заложено 11 ПП по изучению искусственного и естественного лесоразведения. 15 ПП заложено на песчаных раздувах и 8 ПП в редицах, а также 11 ПП на рекультивированных кустовых основаниях. На ПП заложено 1827 учетных площадок размером 2×2 м для учета подроста.

На основании полученных данных разработаны предложения по совершенствованию лесоразведения на нарушенных землях, которые вошли в «Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда в границах Ямало-Ненецкого автономного округа».

4. Анализ эффективности применяемых технологий рекультивации нарушенных земель

4.1. Виды нарушенных земель

Добыча полезных ископаемых, как правило, связана с изъятием из различных видов пользования земель с их нарушением, что в последующем требует проведения работ по рекультивации. На вопросы классификации нарушенных земель неоднократно обращали внимание Б.П. Колесников (Колесников, Пикалова, 1974; Колесников, Лукьянец, 1976) и др.

Из теоретических положений Б.П. Колесникова и его коллег следует:

- характер и темпы почвообразовательных и демулационных процессов нарушенных земель обусловлены зонально-географическими условиями района и типологической принадлежностью;
- субстраты следует подразделять на те, которые не имеют органических веществ и азота (или их крайне мало) и те, что в той или иной мере насыщены органическим веществом (например, торфом), в них мало минеральных солей;
- решающее значение при классификации нарушенных земель придается признакам, характеризующим возможные направления и ход почвообразовательного процесса;
- нарушенные земли надо подразделять на участки: с нормальным содержанием элементов минерального питания и нормальной кислотностью; с недостаточным содержанием минеральных солей, но с нормальной кислотностью; с избыточным содержанием тех или иных минеральных элементов, солей и чрезвычайной кислотностью или щелочностью (токсичные субстраты);
- нарушенные земли необходимо подразделять по водно-физическим характеристикам субстратов: вполне пригодные для биологической рекультивации и естественного восстановления; пригодные после мелиорации; непригодные после мелиорации;
- предлагается иерархическая схема классификация нарушенных земель: семейства (категории), классы, группы, типы.

Данные теоретические выкладки далеко не универсальны и более приемлемы в местах интенсивного техногенного прессинга. Последний особенно четко прослеживается в районах добычи углеводородного сырья. Разведка и эксплуатация нефтяных месторождений приводит к образованию различных типов нарушенных земель. По характеру территориального распределения, нарушенные в процессе нефтегазодобычи земли, условно подразделяются на площадные и линейные.

К площадным объектам можно отнести:

1. Карьерные выемки;
2. Карьерные выемки, затопленные водой;
3. Подштабельные основания гидронамывных карьеров;
4. Площади, занятые кустовыми площадками, дожимными и кустовыми насосными станциями, и другими объектами добычи и первичной переработки нефти;
5. Деградированные в результате сжигания попутного газа в факелах участки леса;
6. Песчаные пустоши;
7. Заброшенные вахтовые поселки;
8. Свалки бытовых и промышленных отходов;
9. Нефтешламовые амбары.

Линейные объекты:

1. Разливы нефтепродуктов;
2. Разливы минерализованных вод;
3. Подтопленные площади вдоль дорог;
4. Затопленные площади вдоль дорог;
5. Захламленные территории вдоль дорог и трасс ЛЭП;
6. Отчужденные земли под автодороги, трассы перетаскивания буровых установок, зимники и настилы;
7. Отчужденные земли под трассы ЛЭП, нефтепроводы, продуктопроводы;

8. Сейсмопрофили.

Все указанные виды нарушенных земель подлежат рекультивации, т.е. проведению мероприятий 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 (Постановление..., 2019; Правила..., 2022).

Каждый из видов площадных и линейных объектов нарушенных земель требует специфических рекультивационных работ. Поскольку на территории Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района основную долю земель, переданных под объекты разведки, добычи, первичной переработки нефти и создания необходимой для этого инфраструктуры, составляют земли лесного фонда, рекультивация земель должна обеспечивать восстановление их до состояния пригодного для выращивания лесных насаждений, т.е. для целей лесовыращивания.

Помимо рекультивации предусмотрена также консервация нарушенных земель, негативное воздействие на которые привело к их деградации, ухудшению экологической обстановки и (или) нарушению почвенного слоя, в результате которых не допускается осуществление хозяйственной деятельности, если устранение таких последствий путем рекультивации земель в целях обеспечения соблюдения требований, предъявляемых к рекультивации земель невозможно в течение 15 лет.

Рекультивация земель осуществляется путем поэтапного проведения работ по проекту рекультивации с выделением этапов работ, для которых определены содержание, объемы и график работ по рекультивации земель.

Для каждого объекта рекультивации можно отметить свою специфику. В частности, перечисленные ранее площадные объекты, характеризуются следующей спецификой:

Карьерные выемки, связанные чаще всего с добычей песка, используемого для строительства оснований кустовых площадок, дорог и других объектов нефтегазодобычи. Карьеры представлены углублениями округлой или прямоугольной формы с песчаными склонами и днищем.

Карьерные выемки, затопленные водой, представлены карьерами, расположенными на почвах с близким залеганием грунтовых вод, приуроченные к местам добычи песка гидронамывным способом и местом добычи торфа. После окончания разработки указанные карьеры могут быть использованы в качестве зимовальных ям для рыбы или противопожарных водоемов. Лесовосстановление на них нецелесообразно.

Площади, занятые инженерно-техническими сооружениями, представляют собой объекты длительного пользования. Указанные объекты могут быть использованы для лесовыращивания только после передачи их обратно владельцу лесного фонда.

Деградированные в результате сжигания попутного газа в факелах участки леса. Данный тип нарушений связан с воздействием на прилегающую растительность повышенной температуры и различного рода поллютантов и т.д. Данные территории подлежат рекультивации только после отключения факела.

Песчаные пустоши формируются в результате отсыпки песчаным грунтом площадей, загрязненных нефтепродуктами, где другие виды рекультивационных работ не приведены; в местах временных стоянок буровых вышек поискового бурения; вокруг подштабельных оснований гидронамывных карьеров и т.д.

Заброшенные вахтовые поселки. В рекультивацию указанных типов нарушенных земель входят демонтаж зданий, уборка строительного и бытового мусора с последующим лесовосстановлением.

Свалки бытовых и промышленных отходов. Рекультивация указанных видов нарушенных земель может проводиться в два этапа. Первый этап при

этом предполагает вывозку отходов на специальные полигоны или утилизацию и только после этого лесовосстановление.

Нефтешламовые амбары (нефтяные амбары) представляют собой искусственные кюветообразные выемки или естественные понижения с возведенными по краям валами из песка, заполненные отходами бурения скважин (нефтепродукты, буровые растворы, химреагенты, шламовая порода, вода и т.п.).

Подштабельные основания гидронамывных карьеров формируются после вывоза песка от гидронамывных карьеров. Как правило, они представляют собой повышенные над соседними участками песчаные площадки, представляющие опасность образования песчаных пустошей.

Линейные объекты рекультивации также имеют свою специфику:

Разливы нефтепродуктов - это участки, залитые нефтью, где наблюдается полная или частичная гибель растительности. Данный тип нарушенных земель требует вначале сбора разлитой нефти и очистки территории.

Разливы минерализованных вод - это участки, загрязненные сильноминерализованными пластовыми водами и водами апт-альб-сеноманского водоносного горизонта. В местах загрязнения наблюдается частичная или чаще полная гибель древостоя и других компонентов насаждения (подрост, подлесок, живой напочвенный покров) в результате засоления почвы.

Подтопленные площадки вдоль дорог обусловлены нарушением гидрологического режима территорий в результате блокирования поверхностного и внутрипочвенного стока при строительстве автодорог и прочих линейных сооружений. Древостой при данном нарушении в зависимости от срока воздействия и глубины залегания подтопляющих вод, может быть сильно угнетенным или погибшим.

Затопленные площади вдоль дорог вызваны теми же нарушениями, что и подтопленные полосы, но в данном случае наблюдается полная гибель древостоя и наличие площадей, покрытых водой. Лесовосстановление на подтоп-

ленных и затопленных участках вдоль дорог возможно только после кардинального изменения гидрологического режима и уборки древесины погибших деревьев.

Захламленные территории вдоль дорог и трасс ЛЭП образовались в результате нарушений, связанных с разрубкой трасс дорог и ЛЭП. Рекультивация заключается в уборке оставленной древесины и порубочных остатков, а также бытового и промышленного мусора.

Отчужденные земли под автодороги. Данные объекты, как правило, исключаются из лесного фонда на длительный период. Рекультивации подлежат лежневые дороги, зимники и настилы. Однако обследование указанных видов дорог показало, что выемка древесины и лесовосстановление на них нецелесообразны. Более правильным является использование лежневых дорог, зимников и настилов в качестве дорог противопожарного назначения.

Отчужденные земли под трассы ЛЭП, нефтепроводы и продуктопроводы являются объектами длительного пользования, исключенными из лесного фонда. Лесовыращивание на их территории возможно только после возвращения их владельцу лесного фонда.

Сейсмопрофили - представляют собой просеки, вырубленные для сейсморазведки. В связи с проведением работ на сейсмопрофилях в зимний период и незначительной шириной вырубаемых просек полагаем, что они должны оставаться как объекты лесной инфраструктуры. В пользу последнего свидетельствует весьма незначительная площадь просек в районе исследований.

4.2. Организация рекультивации нарушенных земель

Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также обеспечивающих улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

Согласно требованиям, ГОСТ 17.5.3.04-83 (1983), рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия хозяйственной деятельности. Другими словами, рекультивация земель является составной частью технологических процессов, связанных с использованием нарушенных земель.

Работы по рекультивации можно распределить на три составляющих: организационно-профилактические мероприятия, подготовительные работы, технический этап рекультивации и биологический этап рекультивации.

Организационно-профилактические мероприятия предусматривают при эксплуатации техники на участках выполнения работ вести контроль за заправкой техники горюче-смазочными материалами, во избежание загрязнения ими почвенного покрова. При этом заправка техники производится автозаправщиками, оснащенными раздаточными шлангами с пистолетами-наконечниками. При планировании использования минеральных удобрений они должны храниться в полиэтиленовых мешках. После окончания использования земельного участка на нем необходимо провести уборку строительного, производственного и бытового мусора.

Подготовительные работы включают обследование участка нарушенных земель с уточнением возможности использования технических средств, путей подъезда. В процессе обследования устанавливаются особенности местности, наличие связи, противопожарного инвентаря, постов медицинской помощи.

По результатам обследования производится оформление необходимых документов, разрешающих проведение работ, выполняется инструктаж рабочих, привлекаемых к проведению рекультивационных работ, по технике безопасности, натурное ограничение границ рекультивируемого участка, ознакомление бригадиров и механизаторов с расположением рекультивируемого участка, определением мест заезда техники, а также производится фотографирование объекта рекультивации до ее проведения.

Технический этап рекультивации нарушенных земель включает их подготовку с учетом последующего целевого использования.

Проведение мероприятий технического этапа рекультивации, как правило, планируется в процессе проведения основных работ, для которых изымались земли, в частности, из лесного фонда.

Технический этап рекультивации включает следующий перечень мероприятий, выполняемых на нарушенных землях: очистку участка от мусора, вывоз мусора на полигон твердых бытовых отходов, планировку территории и выполаживание откосов, разработку песка, разработку торфа, перевозку торфа и песка к объекту рекультивации и приготовление торфо-песчаной смеси (75% торфа, 25% песка), нанесение на поверхность нарушенных земель слоя торфо-песчаной смеси толщиной 10 см, выравнивание слоя торфо-песчаной смеси, нанесение на поверхность нарушенных земель слоя раскислителя (известкование почвы доломитовой мукой из расчета 1 т/га или торфо-песчаную смесь для улучшения агрохимических свойств, торфа на участках рекультивации составляет 1 т/га).

Целью технического этапа рекультивации является приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для их использования по целевому назначению или последующего проведения биологического этапа рекультивации.

Биологический этап рекультивации нарушенных земель включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель, то есть на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы.

В настоящее время биологический этап рекультивации нарушенных земель заключается в улучшении агрохимических свойств формируемого на нарушенной территории рекультивационного слоя и создании устойчивой травянистой дернины, препятствующей эрозионному разрушению вновь сформированной поверхности почвы.

Работы по реализации биологического этапа рекультивации нарушенных земель включают: предпосевное внесение минеральных удобрений (нитрофоска – 400 кг/га), боронование почвы в два следа, дискование почвы в один след, посев семян многолетних трав из расчета 270 кг семян на 1 га, прикатывание почвы после посева специальными катками, заготовку черенков ивы и подготовка их к посадке, посадка черенков ивы из расчета 4500 шт./га, полив посевов водой; внесение минеральных удобрений после появления всходов в разброс в дозе 40 кг/га нитрофоски в четыре приема.

Описание работ по рекультивации нарушенных земель в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района свидетельствует, что итогом рекультивации является не возвращение рекультивируемого участка в исходное состояние, то есть покрытые лесной растительностью земли, а создание травяных ландшафтов, что, на наш взгляд, противоречит логике и здравому смыслу. В целях проверки правильности нашего заключения нами были обследованы участки рекультивированные ранее по предлагаемой, точнее реализуемой технологии.

4.3. Эффективность рекультивации нарушенных земель по применяемой технологии

В качестве первого объекта для оценки эффективности традиционных (действующих) способов рекультивации был выбран участок разлива нефти. Рекультивационные работы были выполнены пять лет назад и заключались в дисковании почвы. Поскольку на всей площади рекультивированного участка были торфяные почвы внесение почвенно-торфяной смеси не имело смысла. Особо следует отметить, что после разлива торф задержал нефть на поверхности, в результате чего под действием внешних факторов легкие фракции нефти испарились, а твердые сформировали на поверхности непроницаемую для воздуха корку. Поэтому дискование проводилось с целью разрушения корки из твердых фракций нефти. Дискование, помимо измельчения нефтяной корки, обеспечивало минерализацию почвы и улучшение ее аэрации. Спустя пять лет

после дискования на поверхности почвы наблюдаются сохранившиеся засохшие куски асфальтовой фракции нефти (рис. 4.1).



Рис. 4.1 – Фрагмент поверхности рекультивированного участка на ПП Н1

При проведении рекультивационных работ ориентация шла на естественное самозарастание рекультивируемого участка нарушенных земель. Последнему способствовало наличие вокруг рекультивируемого участка мягколиственного насаждения с формулой состава 4БЗОс2К1Е четвертого класса возраста с относительной полнотой 0,9. Произрастающее насаждение характеризовалось третьим классом бонитета и относилось к кедровнику зелено-мощно-мелкотравному (рис. 4.2). Другими словами, к рекультивированному участку примыкало производное мягколиственное насаждение, относящееся к второй фазе первого периода согласно схеме восстановительно-возрастной динамики кедровых насаждений (Смолоногов, Залесов, 2002).

Исследования показали, что спустя 5 лет после дискования загрязненного нефтью участка на нем появились фрагменты травянистой растительности. Последняя представлена иван-чаем, осоками и вейником. Кроме того, на участке зафиксированы отдельные экземпляры ивы и березы пушистой.



Рис. 4.2 – Насаждение, примыкающее к рекультивируемому участку

Особо следует отметить, что живой напочвенный покров и подрост характеризуются по площади участка существенной мозаичностью (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Растительный покров спустя пять лет после дискования почвы залитой нефтью

Положение участка	Микро-рельеф	Уровень воды	Растительный покров			
			виды ЖНП	древесные виды	проективное покрытие ЖНП, %	состояние
1	2	3	4	5	6	7
Промышленная площадка шириной 10-20 м	понижение	на 30-40 см выше уровня почвы	отсутствует	нет	нет	—
Полосы вдоль западной границы участка	микроповышение	на 25 см ниже уровня почвы	хвощ, пушица, осока, вейник	береза 100 шт./га	10–15	удовлетворительное
Полоса вдоль восточной границы участка	микропонижение	на 10 см ниже уровня почвы	хвощ, пушица, осока, вейник	береза 120 шт./га ива 50 шт./га	5–10	угнетенное

1	2	3	4	5	6	7
Центральная часть	микро- пониже- ние	на 5 см ниже уровня	хвощ, пушица, осока, иван-чай	береза 50 шт./га ива 100 шт./га	5	угнетен- ное у де- ревьев мелкие листья

Материалы таблицы 4.1. свидетельствуют, что простое дискование загрязненной нефтью почвы не приводит к желаемым результатам. Даже проективное покрытие ЖНП спустя 5 лет после дискования не превышает 15%.

На втором участке площадью 12 га залитом нефтью 8 лет назад были выполнены вспашка торфяной почвы с последующим боронованием. Несмотря на то, что с момента проведения работ по рекультивации прошло 8 лет на участке отсутствует древесная растительность. Указанное можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, тем, что на участке очень высокий уровень грунтовых вод, во-вторых, он расположен внутри большой гари (рис. 4.3).

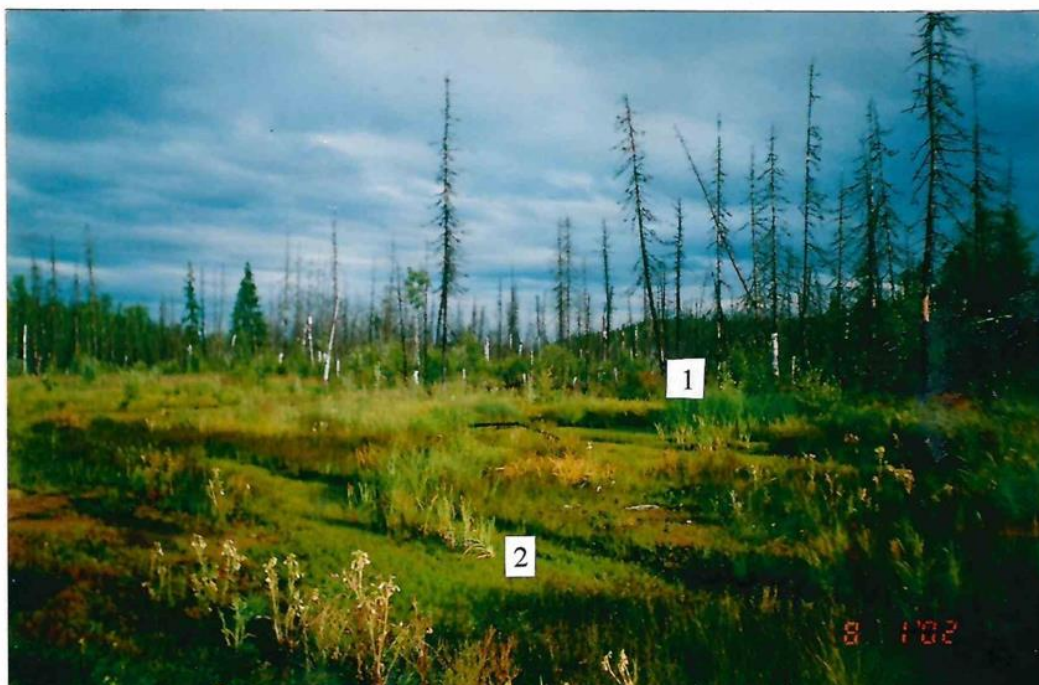


Рис. 4.3 – Гарь вдоль рекультивированного восемь лет назад участка разлива нефти

На территории участка после вспашки и боронования сформировался ЖНП с проективным покрытием от 40 до 70% (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Растительный покров спустя 8 лет после вспашки и боронования загрязненного нефтью участка

Положение участка	Микрорельеф	Уровень воды	Растительный покров		
			виды ЖНП	проективное покрытие ЖНП, %	состояние
Полоса у края горельника	микропонижение	2-3 см ниже уровня почвы	вейник наземный, иван-чай, осока, пушица	70	хорошее
Полоса шириной 1–2 м у восточной границы	микроповышения, чередующиеся с микропонижениями	3-5 см ниже уровня почвы	крестовник болотный, рогоз широколистный, ситник черный, осока топяная	50–60	хорошее
Округлая площадка 40–50 м ² с южной стороны	микроповышения, чередующиеся с микропонижениями	3-5 см ниже уровня почвы	ситник черный, осочка большехвостая, вейник наземный, тростник	60	хорошее
Центральная часть	микроповышения, чередующиеся с микропонижениями	3-5 см ниже уровня почвы	рогоз широколистный, крестовник болотный, ситник черный	40	хорошее

Согласно материалам таблицы 4.2, на участке после рекультивации сформировался ЖНП, приуроченный преимущественно к микроповышениям. Последнее свидетельствует о необходимости создания на загрязненных нефтью участках с торфяными почвами микроповышений или простейшей дренажной сети прокладкой канав. Кроме того, было бы правильным создание лесных культур ивы с целью использования ее гидромелиоративных свойств.

Примером рекультивации площадных объектов является бывший нижний склад леспромхоза площадью 6,0 га. Территория указанного склада окружена смешанным хвойным насаждением 6КЗЕ1Б пятого класса возраста, четвертого класса бонитета.

Территория нижнего склада условно может быть разделена на три участка. Первый, абсолютно доминирующий по площади, представляет собой ровную поверхность, покрытую древесной щепой и опилками, находящимися на разных стадиях разложения. Второй представлен территорией, захлавленной полусгнившими бревнами, а третий имеет волнистый рельеф чередующихся микроповышений и микропонижений (рис. 4.4).

Осенью 2 года назад участки 1 и 3 были продискованы, а весной на них были высажены двухлетние сеянцы сосны обыкновенной и лиственницы сибирской.

Отсутствие конкуренции со стороны ЖНП, обусловленное наличием щепы, объясняет высокие показатели сохранности лесных культур – 85%. При этом при густоте посадки 6,0 тыс. шт./га через полтора года сохранилось 5,1 шт./га жизнеспособных сеянцев (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Сохранность лесных культур спустя 1,5 года после создания их на рекультивированном участке нижнего склада

№ участка	Микрорельеф, почва	Уровень воды	Лесные культуры		
			состав	густота, тыс. шт./га	приживаемость, %
1	Повышенный, суглинистая	1,1 м от поверхности почвы	5С5Лц	5,22	87
2	Чередование микроповышений и микропонижений, суглинистая	0,9-1,1 м от поверхности почвы	6С4Лц	4,32	72

Материалы табл. 4.3 наглядно свидетельствуют, что на суглинистых почвах лесные культуры характеризуются относительно высокой сохранностью и в отличие от посева травосмесей на участке в будущем будет сформировано полноценное насаждение.

Обследование песчаного карьера, где рекультивационные работы были выполнены 10 лет назад показали, что в результате проведенных работ сформировался травяной фитоценоз.

В процессе рекультивации на поверхность карьера была нанесена торфо-песчаная смесь, проведены работы по дискованию и боронованию в один след и посеяна смесь семян местных однолетних и многолетних трав. Указанное способствовало прекращению перемещения ветром песка. Однако указанные мероприятия не привели к накоплению на выработанном песчаном карьере древесно-кустарниковой растительности (рис. 4.4).



Рис. 4.4 – Фрагмент карьера, рекультивированного путем посева смеси семян местных однолетних и многолетних трав 10 лет назад

Исследование показало, что спустя 10 лет после нанесения торфо-песчаной смеси и посева семян однолетних и многолетних трав на участке сформирована травянистая растительность и представлена кострецом безострым, овсяницей и овсом, при этом на участке зафиксированы единичные экземпляры сосны обыкновенной и березы.

В данном случае ориентация рекультивационных работ была направлена на естественное самозарастание нарушенных земель, этому способствовало наличие смешенных насаждений с формулой состава 10С+Б четвертого класса возраста с относительной полнотой 0,5 по периметру рекультивируемого карьера (рис. 4.5).



Рис. 4.5 – Фрагмент карьера, рекультивированного путем посева смеси семян местных однолетних и многолетних трав 10 лет назад

Об эффективности формирования древесно-травянистой растительности на рекультивированном 10 лет назад песчаном сухоройном карьере свидетельствуют материалы таблицы 4.4.

Таблица 4.4 – Растительный покров спустя десять лет после посева семян однолетних и многолетних трав

Положение участка	Микро-рельеф	Уровень воды	Растительный покров			
			виды ЖНП	древесные виды	проективное покрытие ЖНП, %	состояние
1	2	3	4	5	6	7
Полоса вдоль восточной границы участка	микроповышение	на 35 см ниже уровня почвы	кострец безострый, овсяница, овес, иван-чай	нет	25-35	удовлетворительное
Полосы вдоль западной границы участка	микроповышение	на 25 см ниже уровня почвы	кострец безострый, пушица, вейник, овес	сосна обыкновенная 20 шт./га	30–35	удовлетворительное
Полоса вдоль восточной границы участка	микроповышение	на 10 см ниже уровня почвы	хвощ, пушица, осока, вейник	береза 40 шт./га	35–40	удовлетворительное

1	2	3	4	5	6	7
Центральная часть	микро-повышение	на 10 см ниже уровня почвы	хвощ, овсяница, овес, иван-чай	береза 30 шт./га сосна 40 шт./га	26	удовлетворительное

Материалы таблицы 4.4. свидетельствуют, что на участке после рекультивации сформировался ЖНП, приуроченный преимущественно к микроповышениям. Так же стоит отметить, что единичные экземпляры древесно-кустарниковой растительности формируется только по периметру рекультивированного участка.

На участке площадью 56,37 га пять лет назад была проведена рекультивация с посадкой черенков ивы по периметру откосов карьера шириной 12 метров из расчета 4500 шт./га черенков ивы.

На данном карьере в период добычи песка были нарушены проектные решения, что привело к обводнению одной трети нарушенного участка, а два берега образованного озера сформировали естественные обрывы под углом 250°. В результате этого посадка черенков ивы произведена на двух выполаженных откосах (рис. 4.6).



Рис. 4.6 – Фрагмент карьера песка, рекультивированного путем посадки черенков ивы по периметру 5 лет назад

Учитывая площадь рекультивированного участка, условно разделим его на две части. Вся территория имеет волнистый рельеф чередующихся микроповышений и микропонижений. Первая часть представляет собой ровную поверхность, засеянную смесью семян местных однолетних и многолетних трав, вторая часть представлена откосами карьера, на которых посажены черенки ивы из расчета 4500 шт./га.

На первой части карьера после нанесения торфо-песчаной смеси и посева семян однолетних и многолетних трав сформировалась травянистая растительность, представленная кострцом безострым, хвощом, пушицей, овсом (табл. 4.5).

Таблица 4.5 – Растительный покров спустя пять лет после посева семян однолетних и многолетних трав.

Положение участка	Микро-рельеф	Уровень воды	Растительный покров		
			виды ЖНП	проективное покрытие ЖНП, %	состояние
Полоса вдоль обводненной части участка	микроповышение	на 6 см ниже уровня почвы	пушица, осока, вейник	75	удовлетворительное
Центральная часть	микроповышение	на 20 см ниже уровня почвы	хвощ, овсяница, овес, осока	80	удовлетворительное

На втором участке в виду отсутствия конкуренции со стороны ЖНП, а также из-за нанесения почвенно-торфяной смеси, проведения работ по дискованию и боронованию почвы в один след, наблюдаются высокие показатели сохранности лесных культур – 65% (рис. 4.7). При этом при густоте посадки 4,5 тыс. шт./га черенков через пять лет сохранилось 3,9 тыс. шт./га жизнеспособных растений (табл. 4.6).

Материалы табл. 4.6 показывают, что на песчаных почвах при нанесении на поверхность ТПС лесные культуры ивы характеризуются относительно высокой сохранностью что, способствует формированию в будущем полноценных насаждений.

Таблица 4.6 – Сохранность лесных культур ивы спустя 5 лет после создания их на рекультивированном участке

№ участка	Микрорельеф, почва	Уровень воды, м	Лесные культуры		
			состав	густота, шт./га	приживаемость, %
2	склон крутизной 25°, песчаная	0,2-0,5	10Ив	3,9	65



Рис. 4.7 – Фрагмент карьера песка, рекультивированного путем посадки черенков ивы

Выводы

1. По характеру расположения на ландшафте нарушенные в процессе разведки, добычи и транспортировки углеводородного сырья земли условно можно разделить на площадные и линейные. При этом каждый из видов нарушенных земель требует специфических рекультивационных работ.

2. Работы по рекультивации нарушенных земель включают организационно-профилактические мероприятия, подготовительные работы, технический и биологический этапы рекультивации.

3. Современные способы рекультивации заключаются в покрытии выработанных песчаных карьеров слоем ТПС или торфа с последующим дискованием, боронованием и посевом смеси семян однолетних и многолетних травянистых растений.

4. Участки, загрязненные нефтью, рекультивируются путем вспашки или дискования с последующим боронованием и посевом семян однолетних и многолетних травянистых растений.

5. На участках с близким залеганием грунтовых вод или подтоплением высаживаются черенки ивы.

6. Современные способы рекультивации нарушенных земель не возвращают их в исходное состояние и, в лучшем случае, формируют травяные фитоценозы вместо древесных.

7. Целесообразность формирования на нарушенных землях полноценных лесных насаждений (лесохозяйственное направление рекультивации), вызывает необходимость исследования способов создания искусственных насаждений в сочетании с максимальным использованием потенциального естественного лесовосстановления.

5. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе

5.1. Рекультивация песчаных карьеров

Характерной особенностью ЯНАО является тот факт, что для обустройства нефтегазовых месторождений при инженерной подготовке объектов, а также при строительстве дорог, оснований других линейных объектов промышленного, хозяйственного и бытового назначения в большом количестве требуется песок.

За длительный период добычи углеводородного сырья на территории ЯНАО накопились значительные площади земель, нарушенных в процессе добычи строительных материалов, в частности песка. При этом добыча строительных полезных ископаемых активно продолжается, о чем свидетельствует количество действующих лицензий на добычу (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Количество лицензий, выданных на добычу строительных полезных ископаемых по административным районам ЯНАО, шт.

Полезное ископаемое	Количество лицензий по районам							Итого
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	
Валунно-глыбовые породы	-	-	-	5	-	-	-	5
Гравийно-песчаные породы	-	-	-	3	-	-	-	3
Камень строительный	-	-	-	12	-	-	-	12
Почвенно-грунтовая смесь	-	-	-	2	-	-	-	2
Песок	1	70	29	9	83	189	34	415
Песок строительный	1	-	-	4	-	-	-	5
Песок, ПГС	-	-	-	8	-	-	-	8
Песок, суглинок	-	-	-	-	1	3	-	4
Песок, торф	-	-	-	1	-	-	-	1
Суглинок, песок	-	-	-	-	-	1	-	1
Торф	-	-	1	2	21	74	10	108
Всего	2	70	30	46	105	267	44	564

*Номера районов: 1 – Шурышкарский, 2 – Ямальский, 3 – Тазовский, 4 – Приуральский, 5 – Надымский, 6 – Пуровский, 7 – Красноселькупский

Материалы табл. 5.1 наглядно свидетельствуют, что согласно актуальным данным Реестра лицензий на пользование недрами для целей геологического изучения разведки и добычи общераспространённых полезных ископае-

мых (ОПС) на добычу последних выдано 564 лицензий. При этом на добычу песка, в том числе выдано 415 лицензий или 73,6%.

Большинство лесных экосистем севера характеризуется маломощным биологически активным слоем почвы, резко граничащим с малопродуктивной, биологически инертной материнской породой, подстилающей продуктивный горизонт, поэтому при нарушении почвенно - растительного покрова самовосстановительный процесс начинается в неблагоприятных условиях и задерживается на начальных стадиях длительное время. Последнее обстоятельство провоцирует весьма бурное проявление ускоренной эрозии.

Нами в процессе исследований были обследованы выработанные карьеры разной давности. В процессе исследований установлено, что в соответствии с проектами разработки сухоройных карьеров верхний плодородный слой почвы должен перед началом работ сниматься, а после завершения добычи песка возвращаться на выработанный участок. Критерием установления мощности снимаемого слоя принято считать содержание в почве гумуса. Государственный стандарт 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Почвы. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации» устанавливает процентное содержание гумуса в снимаемом слое почвы в зависимости от природно-климатических условий. Массовая доля гумуса в нижней границе плодородного слоя для почв лесостепной зоны должна составлять не менее 2%, а для менее плодородных почв лесной зоны, отличающихся незначительной мощностью гумусового горизонта, значение данного показателя снижается до 1%. Фактически данная работа на всех обследованных карьерах была не выполнена. Последнее объясняется тем, что сухоройные карьеры закладываются в условиях сосняка лишайникового с очень тонким слоем гумусового горизонта. Последнее в сочетании с нежеланием проводить дополнительные работы, приводящие к расходованию трудовых и экономических ресурсов, объясняет невыполнение требования снятия плодородного верхнего слоя для последующего использования.

Поскольку песок, добываемый в обследованных карьерах, использовался преимущественно для отсыпки оснований дорог и трасс коммуникаций с невысокими техническими требованиями верхний слой, включая лесную подстилку и гумусовый горизонт, вывозился вместе с более глубокими горизонтами к месту использования.

Г.М. Чайкина и В.А. Объедкова (2003) классифицируют карьеры по глубине на мелкие – до 30-50 м, средние – 50-100 м, глубокие – более 100 м и сверхглубокие, когда карьерная выемка глубже 300 м. Сухоройные карьеры по добыче песка можно отнести к очень мелким, поскольку их глубина определяется расположением грунтовых вод и не превышает, как правило, 10 м.

Открытая добыча песка вызывает полное уничтожение биогеоценозов и глубокое преобразование почвенно-гидрологических условий. Осыпаемость склонов карьерных выемок и перевевание песка затрудняет естественное зарастание заброшенных карьеров.

После разработки, точнее выработки карьера, на некоторых из них могут возникать небольшие озера, как правило, мелководные, не пригодные как для водохозяйственного использования, так и для лесовыращивания. Не занятая водой поверхность карьера покрыта, точнее, представлена, материнской породой, практически не обладающей плодородием. По этой причине процесс естественной рекультивации выработанных карьеров протекает крайне медленно и при их значительной площади (10 га и более) растягивается на десятки лет. Последнее объясняется не только низкими показателями плодородия на дне выработанных карьеров, но и изменением микроклиматических условий. Значительная часть появившегося самосева погибает в результате засыпки или повреждения песком, так как на лишенных какой-либо растительности участках выработанных карьеров наблюдается дюнный эффект.

Учитывая значительную долю песчаных карьеров в общей площади нарушенных земель, нами в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе обследовано 24 карьера (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Расположение пробных площадей, заложенных на песчаных карьерах в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе

№ ПП	Лесничество	Участковое лесничество	Квартал	Выдел	Категория земель	Год проведения мероприятий	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
T49	Таркосалинское	Пурпейское	2864, 2865	35, 44, 16, 22, 35	карьер	1995	посадка ЛКС
T48	Таркосалинское	Пурпейское	2828	32	карьер	1999	посадка ЛКС
H28	Ноябрьское	Ноябрьское	1510	25	карьер	2003-2005	посадка ЛКС
H29	Ноябрьское	Ноябрьское	1510	25	карьер	2003-2005	посадка ЛКС
H13	Ноябрьское	Вынгапуровское	2320	68	ЛК, карьер	2004	луночный посев
H30	Ноябрьское	Ноябрьское	1510	25	карьер	2006-2007	посадка ивы
K14	Надымское	Надымское	1375	14	карьер	2021	посадка ЛК
K15	Надымское	Надымское	1375	14	карьер	2021	посадка ЛК
K16	Надымское	Надымское	1342	21	карьер	2021	посадка ЛК
T1	Таркосалинское	Таркосалинское	367	11, 12	карьер	2007	посадка ивы
T7	Таркосалинское	Таркосалинское	387	45, 46	карьер	2012	посадка ивы
M6	Надымское	Лонг-Юганское	243	180	карьер	2017-2018	посадка ивы
T26	Таркосалинское	Таркосалинское	230	36	карьер	2018	посадка черенков ивы
T27	Таркосалинское	Таркосалинское	260	39	карьер	2006-2007	самозаращивание
T2	Таркосалинское	Таркосалинское	367	11, 12	карьер	2007	самозаращивание
T28	Таркосалинское	Таркосалинское	457, 474	33, 2	карьер	2007-2008	самозаращивание
T24	Таркосалинское	Пурпейское	2963	13	карьер	2008-2009	самозаращивание
T46	Таркосалинское	Таркосалинское	5	17	карьер	2008-2009	самозаращивание
H21	Ноябрьское	Вынгапуровское	2074	67	карьер	2008-2009	самозаращивание
H24	Ноябрьское	Вынгапуровское	2074	78	карьер	2008-2009	самозаращивание
T42	Таркосалинское	Пурпейское	2829	44	карьер	2009-2010	самозаращивание

Окончание таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
T43	Таркосалинское	Таркосалинское	133	5,9	карьер	2010-2011	самозаращивание
T44	Таркосалинское	Таркосалинское	66	10	карьер	2010-2012	самозаращивание
T45	Таркосалинское	Таркосалинское	46	25	карьер	2010-2013	самозаращивание

Из данных таблицы 5.2 следует, что большинство карьеров оставляется на самозарастание. Последнее объясняется стремлением минимизировать расходы и относительно мелкой глубиной сухоройных карьеров. На 8 карьерах созданы культуры сосны, а на пяти выполнена посадка ивы.

Закладка пробных площадей на выработанных песчаных карьерах показала, что на подавляющем большинстве из них идет накопление подроста разных групп высот, а также всходов (табл. 5.3).

Из материалов таблицы 5.3 следует, что основными древесными породами, формирующимися на выработанном карьере, являются сосна обыкновенная, береза повислая, лиственница сибирская, ель сибирская, сосна сибирская. При этом абсолютное доминирование принадлежит сосне обыкновенной. Последнее объясняется тем, что песчаные карьеры создаются в условиях сосняков лишайникового и кустарничково-лишайникового. После прекращения добычи песка, при не нанесении на поверхность торфо-песчаной смеси, на дне и откосах карьера формируются крайне неблагоприятные условия для древесных пород. Последнее заключается в низкой трофности (плодородии) почвы и неблагоприятном гидрологическом режиме. Другими словами, на таких карьерах могут произрастать лишь виды малотребовательные к плодородию почвы, а также выдерживающие неблагоприятные микроклиматические условия. К указанным видам относится сосна обыкновенная (Котова и др., 2023).

Материалы таблицы 5.3 свидетельствуют, что процесс зарастания выработанных карьеров происходит постепенно по мере разноса семян, появления всходов и накопления подроста. Не случайно на одной и той же ПП имеют место всходы, а также мелкий, средний и крупный подрост. Кроме того, абсолютное большинство среднего и крупного подроста относится к жизнеспособному. Отпад наблюдается преимущественно у мелкого подроста.

Более наглядную картину о лесовосстановлении на выработанных карьерах позволяют получить материалы, приведенные в таблице 5.4.

Таблица 5.3 – Распределение подроста по высотным группам на выработанных песчаных карьерах в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе, шт./га

№ ПП	Порода	Всходы	Мелкий					Средний					Крупный				
			Ж*	С*	Н*	встречаемость, %	возраст, лет	Ж*	С*	Н*	встречаемость, %	возраст, лет	Ж*	С*	Н*	встречаемость, %	возраст, лет
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H13	Сосна	0	0	0	0	0		167	0	0	7		167	0	0	7	
K15	Сосна	4000	1167	0	0	33	3	0	0	0	0	-	-	0	0	-	-
K16	Сосна	0	800	0	0	17	8	150	0	0	10	12	230	0	0	20	15
T1	Сосна	333	167	0	167	13	6	500	0	83	20	12	583	0	83	13	19
T7	Сосна	1750	2750	0	0	53	4	833	0	0	27	8	917	0	0	20	12
	Береза	500	83	0	0	3	-	167	0	0	7	-	83	0	0	3	-
T27	Сосна	2667	1833	0	333	47	5	833	0	83	30	13	333	0	0	7	19
T2	Сосна	875	375	0	0	20	4	1875	0	0	50	15	6625	0	0	75	19
	Береза	0	0	0	0	0	0	250	0	0	10	10	0	0	0	0	0
T28	Сосна	417	417	0	83	13	8	2750	250	250	53	14	667	0	0	17	23
	Береза	417	1833	0	0	33	-	1000	0	0	20	-	83	0	0	3	-
	Лц	0	0	0	0	0	-	83	0	0	3	13	0	0	0	-	-
T24	Сосна	12583	2000	0	833	60	4	1667	167	500	50	11	1417	0	0	12	33
	Береза	0	0	0	0	-	-	83	0	0	3	-	0	0	0	-	-

Окончание табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Т46	Сосна	0	50	0	83	10	6	500	0	167	17	12	500	0	83	20	18
	Береза	667	4000	0	0	40	-	3417	0	0	50	-	83	0	0	3	-
	Кедр	6917	2750	0	0	50	4	500	0	0	10	14	0	0	0	0	-
	Ель	0	83	0	0	3	11	0	0	0	-	-	167	0	0	7	-
	Лц	333	167	0	0	3	4	250	0	0	10	-	167	0	0	7	30
Т43	Сосна	0	0	0	83	3	-	83	0	0	3	6	167	0	0	7	12
	Береза	0	1167	0	0	17	4	917	0	0	23	-	750	0	0	20	-
	Кедр	0	750	0	0	17	-	1750	0	0	47	8	333	0	0	13	13
	Лц	0	250	0	0	10	-	250	0	0	10	10	417	0	0	13	17
Н21	Сосна	0	250	1583	500	53		667	1000	83	43		167	83	0	10	
	Береза	0	0	1917	0	30		83	167	0	10		167	0	0	7	
Н24	Сосна	0	750	1083	750	37		167	83	0	7		83	0	0	3	
	Береза	0	0	250	0	7		0	0	0	0		0	0	0	0	
	Лц	0	0	83	0	3		0	0	0	0		0	0	0	0	
Т45	Сосна	83	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	0	0	0	-	-
	Береза	1167	1250	0	0	20	-	583	0	0	10	-	250	0	0	10	-
	Кедр	583	5083	0	0	53	4	1417	0	0	23	6	0	0	0	-	-
	Лц	0	0	0	0	0	-	250	0	0	10	-	83	0	0	3	-

Примечание * Ж – жизнеспособный подрост; С – сомнительный подрост, Н – нежизнеспособный подрост.

Таблица 5.4 – Количество подроста в пересчете на крупный, сформировавшегося на карьерах в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном районе

№ ПП	Состав подроста	Порода	Количество подроста по жизнеспособности, шт./га			Встречаемость, %	Количество жизнеспособного, шт./га	Примечания
			жизнеспособный	сомнительный	не жизнеспособный			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н13	10С	Сосна	300	0	0	13	300	Подлесок: багульник, карликовая береза. Живой напочвенный покров: брусника, кукушкин лен, кладония, осоки, зеленые мхи. ЛК посевом 2004 года. ЛК посажены в рамках рекультивации объекта. Посев луночный от 1-12 семян в лунку. В каждом посевном месте от 4 до 12 стволов D=1-4см, h=6,3 м.
		Итого	300	0	0	13	300	
К15	10С	Сосна	583	0	0	33	583	Старый зарекультивированный карьер В 2021 году посажены ЛКС с ЗКС. Подготовка почвы плужными бороздами. На этапе рекультивации производилось внесение ТПС, посев трав и посадка черенков ивы. Ива встречается единично. Вокруг стена леса
		Итого:	583	0	0	33	583	

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
K16	10С	Сосна	750	0	0	25	750	Старый карьер по добыче песка. Единично встречается естественное возобновление. В 2021 году посажены ЛКС с ЗКС, подготовка почвы бороздами. Направление рядов – СЗ-ЮВ.
		Итого	750	0	0	25	750	
Т1	10С	Сосна	1067	0	233	37	1067	Зарекультивированный карьер по добыче песка. Технический этап - выполаживание откосов и планировка территории, возможно было внесение вскрыши. ТПС не вносилась. Биологический этап - посадка черенков ивы.
		Итого	1067	0	233	37	1067	
Т7	9С1Б	Сосна	2958	0	0	67	2958	Карьер, произведена посадка черенков ивы и посев трав. ТПС не вносилась. Вокруг карьера стены леса
		Береза	258	0	0	13	258	
		Итого	3217	0	0	-	3217	
Т27	10С	Сосна	1917	0	233	60	1917	Карьер, зарекультивированный. ТПС, посев трав и посадка черенков ивы. Ивы живой нет. Вокруг стена леса. Активное зарастание по периферии карьера
		Итого	1917	0	233	60	1917	
Т2	10С+Б	Сосна	8313	0	0	90	8313	Зарекультивированный карьер по добыче песка. Технический этап - выполаживание откосов и планировка территории, возможно было внесение вскрыши. Подрост вокруг обводненной части карьера. Рядом стена леса.
		Береза	200	0	0	10	200	
		Итого	8513	0	0	-	8513	

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Т28	6С4Б ед. Лц	Сосна	3075	200	242	60	3175	Карьер зарекультивированный. ТПС не вносилась. Произведен посев трав. Черенки ивы под вопросом (есть взрослая ива, ряды не просматриваются). Лесовосстановление неравномерное, приуроченное к пониженным элементам рельефа.
		Береза	1800	0	0	37	1800	
		Лиственница	67	0	0	3	67	
		Итого	4942	200	242	-	5042	
Т24	10С ед. Б	Сосна	3750	133	817	90	3817	Карьер зарекультивированный. Внесена ТПС и посев трав. Середина обводнена. ПП заложена на откосе карьера, от дороги к середине. Вокруг карьера стены леса
		Береза	67	0	0	3	67	
		Итого	3817	133	817	-	3883	
Т46	6Б2К2С+ Лц ед. Е	Сосна	1150	0	258	37	1150	Зарекультивированный карьер. ТПС не вносилась. Биологический этап рекультивации не проводился. Оставлен под самозарастание (возможно было внесение вскрыши). Вокруг стена леса.
		Береза	4817	0	0	60	4817	
		Кедр	1775	0	0	57	1775	
		Ель	208	0	0	10	208	
		Лиственница	450	0	0	23	450	
		Итого	8400	0	258	-	8400	
Н21	7С3Б	Сосна	825	1675	317	80	1663	Подлесок: ива козья, осока, пушица, зеленые мхи. Проектное покрытие: хвои. Площадной заброшенный карьер, максимальная выработка карьера до 2,5 м,
		Береза	233	1092	0	40	779	

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Итого	1058	2767	317	-	2442	откосы пологие, грунтовые воды расположены близко, поэтому 55% территории карьера затоплено, глубина в летний период не более 0,5 м. Технический этап рекультивации - уборка мусора, планировка поверхности, внутренние отвалы не наблюдаются. Проведение ТПС. Биологический этап рекультивации - посев трав или оставлено под самозаращение. Карьер не работает как минимум 12-15 лет. ПП заложена в центральной части дна карьера. Подрост 2-х типов (крупный и мелкий) крупный - 10-15%, мелкий – 85%.
Н24	9С1Б, едЛц	Сосна	592	608	375	40	896	Площадной объект, рекультивированный карьер, максимальная глубина выработки 3 м, откосы пологие. Технический этап рекультивации – уборка мусора, планировка поверхности, нанесение ТПС. Биологический этап - посев трав или оставление под самозаращение. Частично карьер обводнён (10-15 % площади дна под водой), глубина водных
		Береза	0	125	0	7	63	
		Лиственница	0	42	0	3	21	
		Итого	592	775	375	-	979	

Окончание таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
								объектов в летний период не более 50 см. Доля задерненности 70%. Проектное покрытие 60-80%. Карьер с 3-х сторон окружен стенами спелого леса. Карьер не эксплуатировался 12-15 лет, ПП заложена в центральной части дна карьера.
Т43	4К1С1Лц 4Б	Сосна	233	0	42	13	233	Зарекультивированный карьер. Внесена ТПС. Возможно был произведен посев трав (сложно определить). В понижениях стоит вода. Вокруг карьера стена леса.
		Береза	2067	0	0	33	2067	
		Кедр	2108	0	0	60	2108	
		Листвен-ница	742	0	0	33	742	
		Итого	5150	0	42	-	5150	
Т45	7К3Б+Лц	Береза	1342	0	0	30	1342	Зарекультивированный карьер. Внесение ТПС под вопросом (возможно просто внесли вскрышу), посадка черенков ивы + посев трав. ПП заложена на откосе, в понижениях вода. Вокруг стена леса.
		Кедр	3675	0	0	57	3675	
		Листвен-ница	283	0	0	10	283	
		Итого	5300	0	0	-	5300	

Нормативными документами (Об утверждении..., 2021) для перевода участка лишайникового типа леса в покрытые лесной растительностью земли необходимо наличие 2,2 тыс. шт./га экземпляров сосны обыкновенной высотой 0,9 м. Данные, приведенные в табл. 5.3, свидетельствуют, что ПП Т7; ПП Т2; ПП Т28; ПП Т24 количество подраста сосны в пересчете на крупный значительно больше указанного показателя. В то же время желаемый эффект достигается только при закреплении песка в выработанных карьерах. Последнее достигается посевом трав или черенков ивы для закреплении песка. Кроме того, нами апробирован способ посадки трав с закрытой корневой системой для закреплении песка (Способ..., 2020).

Эффективность естественного зарастания карьеров резко увеличивается при нанесении на поверхность торфо-песчаной смеси (ТПС) (рис. 5.1 и 5.2). Помимо минимизации перевевания песка внесение ТПС способствует повышению плодородия почвы, и, как следствие этого, увеличению прироста осевых и боковых побегов (табл. 5.5).



Рис. 5.1 – Внешний вид закультивированного карьера

Таблица 5.5 – Прирост осевого и бокового побегов у подроста сосны, сформировавшегося на выработанных карьерах в Западно-Сибирском северо-таежном лесном районе

№ ПП	Показатель	Год													
		2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Т1	Осевой, см	23 ±1,33	19,5 ±1,28	19,2 ±1,58	15,4 ±1,55	15,5 ±1,62	16,8 ±1,97	10,9 ±1,1	9,9 ±0,93	12,6 ±1,29	13,8 ±1,44	8,7 ±0,98	7,9 ±0,55	10 ±0,98	23 ±1,33
	Коэф. вариации, %	24,5	27,9	34,8	42,8	44,2	49,5	41,4	38,7	40,8	41,9	42,1	22,9	25,8	24,5
	Боковой, см	4,6 ±0,29	4,8 ±0,37	6,3 ±0,35	6,1 ±0,4	7,1 ±0,6	9 ±0,8	9 ±0,88	7,3 ±0,99	8 ± 2,08	11 ±1				
	Коэф. вариации, %	27,4	32,5	23,6	28,0	34,7	36,4	32,6	33,0	52,0	12,9				
Т7	Осевой, см	34,7 ±1,5	35,2 ±1,72	35,2 ±1,92	26,9 ±1,75	21,6 ±1,52	22,1 ±1,57	14,8 ±0,78	13 ± 0,86	13 ± 0,82	8,7 ± 1,33				
	Коэф. вариации, %	18,4	20,7	23,2	27,6	29,8	29,4	21,8	23,0	19,9	26,6				
	Боковой, см	7,3 ±0,58	8,6 ±0,74	11,4 ±0,59	11,1 ±0,51	11,8 ±0,56	15,5 ±0,55	10,2 ±0,97							
	Коэф. вариации, %	33,7	36,3	21,9	19,7	19,4	12,8	21,3							

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T27	Осевой, см	19,2 ±1,69	19,6 ±1,68	19,9 ±1,71	14,4 ±1,1	13,4 ±1,33	16,7 ±2,13	12,3 ±0,99	10,3 ±0,89	12,5 ±1,45	23,8 ±10,39	7,2 ±0,94	5,8 ±0,88	7,2 ±1,88	6,7 ±1,76
	Коэф. вариации, %	37,3	36,4	36,5	32,3	40,9	54,1	34,2	33,5	45,1	151,5	43,5	43,4	58,4	45,8
	Боковой, см	6,6 ±0,56	7,1 ±0,7	9 ± 0,71	10,3 ±0,81	11,3 ± 1,03	10,1 ±0,7	8,3 ± 1,33							
	Коэф. вариации, %	36,0	42,0	32,6	31,6	30,2	18,4	27,7							
T2	Осевой, см	13,3 ±0,83	15,1 ±0,98	19,4 ±1,25	17,8 ±1,18	17,6 ±2,18	16,8 ±1,33	15,3 ±1,5	17,2 ±1,84	41,7 ±1,67	23,9 ±1,87	14,7 ±0,94	11,7 ±0,78	12,8 ±1,05	11,5 ± 0,86
	Коэф. вариации, %	26,6	27,7	27,4	28,1	52,4	33,6	41,7	45,5	16,9	33,2	27,3	28,5	34,7	30,7
	Боковой, см	2,9 ±0,33	4,2 ±0,37	4,7 ±0,29	5,5 ±0,39	6,6 ±0,42	8,2 ±0,68	11,1 ±1,11	10,3 ±1,14	12,5 ±1,26					
	Коэф. вариации, %	47,3	36,8	26,5	30,1	27,3	35,5	41,1	36,7	20,1					
T28	Осевой, см	22,3 ±1,35	22,7 ±1,65	22,4 ±1,89	20,4 ±1,42	22,8 ±1,4	26,4 ±2,04	18,3 ±1,38	14,7 ±1,21	16,2 ±1,08	16,2 ±1,55	11,1 ±0,72	8,9 ±0,4	10,3± 1,03	7 ±1
	Коэф. вариации, %	25,8	30,9	35,7	29,5	26,0	32,8	32,1	34,9	27,3	37,1	21,5	12,1	20,1	20,2
	Боковой, см	4,3 ±0,28	5,4 ±0,47	8,2 ±0,54	9,2 ±0,68	12,7 ±1,11	13,8 ±1,71	10,4 ±1,25	7,3 ±2,63						
	Коэф. вариации, %	27,4	37,2	28,3	31,6	37,3	39,2	31,7	72,4						

Окончание таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Т24	Осевой, см	25 ±1,38	23,7 ±1,46	23,8 ±1,25	20,9 ±1,05	19,9 ±1,49	21,4 ±1,7	15,7 ±1,14	11,5 ±0,88	11,3 ±0,95	12,5 ±1,25	8,3 ±1,67	10,5 ±3,5	8 ±2	
	Коэф. вариации, %	23,4	26,1	22,3	21,2	31,9	33,7	29,8	31,6	32,6	33,2	34,6	47,1	35,4	
	Боковой, см	4,8 ±0,35	6,2 ±0,48	8,8 ±0,77	10,7 ±1,08	12,1 ±1,26	14 ±1,58	9,5 ±0,96	6,5 ±0,5	7 ±2					
	Коэф. вариации, %	30,9	32,9	37,0	42,7	41,7	33,9	20,2	10,9	40,4					
Т46	Осевой, см	25,3 ±1,14	27,9 ±1,53	28,3 ±1,33	20,7 ±1,43	19,8 ±1,25	19,9 ±1,41	16,1 ±1,48	12,4 ±1,27	12,8 ±1,36	12 ±1,12	9,1 ±0,63	8 ±0,95	8 ±1,15	
	Коэф. вариации, %	19,1	23,3	19,9	29,3	26,8	30,1	38,9	43,2	42,6	32,4	18,3	26,5	25,0	
	Боковой, см	5,1 ±0,39	6,1 ±0,61	8,1 ±0,57	8,5 ±0,57	9,5 ±0,65	11,6 ±0,87	11,7 ±1,2	10,8 ±1,93						
	Коэф. вариации, %	32,9	42,3	29,6	27,7	28,0	27,1	25,2	35,9						



Рис. 5.2 – Карьер рекультивированный с нанесением ТПС (ПП Т24)

При значительной глубине песчаных карьеров на их дне происходит вымокание подроста сосны. В данных случаях возобновление идет ивой (рис. 5.3), а при отсутствии подтопления березой.



Рис. 5.3 – Посадка ивы на дне рекультивированного карьера (ПП Н30)

На относительно пологих песчаных склонах для предотвращения эрозионных процессов, проектируется по периметру песчаных карьеров мероприятия методом посадки черенков ивы полосой равной ширине уклона карьера (рис. 5.4), что позволяет травянистым растениям достаточно быстро захватить свободное пространство, и в течение первых трех лет постепенно увеличивать надземную фитомассу и проективное покрытие.



Рис. 5.4 – Посадка ивы по периметру рекультивированного карьера (ПП Т36)

Учитывая, что не заросшие древесной растительностью песчаные карьеры представляют опасность для прилегающих участков из-за заноса песка, следует считать, что формирование березняков и ивняков на выработанных карьерах положительное явление.

Поскольку процесс естественного формирования травянистой и древесной растительности в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района на выработанных песчаных карьерах протекает медленно

(Коронатова, 2007; Коронатова, Миронычева-Токарева, 2012) и указанные площади не продуцируют продукцию в данный период, возникает необходимость создания искусственных насаждений.

Материалы таблицы 5.6 характеризуют приживаемость и сохранность лесных культур, созданных на выработанных песчаных карьерах. Приведенные данные свидетельствуют, что лучшими показателями приживаемости характеризуются лесные культуры сосны обыкновенной, созданные сеянцами с закрытой корневой системой (ЗКС). Приживаемость в таких культурах варьируется от 69,23 до 89,45%. Сохранность лесных культур, созданных сеянцами с ОКС, значительно ниже 4,65-20,65%. Основная причина отпада сеянцев с ОКС – вымокание. Последнее подтверждает необходимость более внимательного отношения к подбору участков для создания лесных культур.

К сожалению, ограниченный срок наблюдения за ростом сеянцев с ЗКС в лесных культурах не позволяет дать однозначный вывод об их перспективности. В данном случае требуется продолжение наблюдений.

Особый интерес представляют данные ПП Н13. На данном участке в 2004 г., то есть 18 лет назад был выполнен посев семян сосны обыкновенной. На момент обследований (2022 г.) сохранность указанных лесных культур составила 68,0%, что наглядно свидетельствует о перспективности данного способа лесовосстановления (рис. 5.5 и 5.6).

Таким образом, посев семян сосны обыкновенной в выработанных песчаных карьерах, где не наблюдается подтопление и перевевание песка, является наиболее перспективным способом лесовосстановления. На затапливаемых и подтопляемых участках карьера наиболее целесообразным является создание ивняков путем посадки черенков ивы местных видов.

Имеют место и положительные примеры создания искусственных насаждений на рекультивированных песчаных карьерах. В частности, можно привести ПП Т48 и ПП Т49 (рис. 5.7 и 5.8).

Таблица 5.6 – Приживаемость и сохранность лесных культур, созданных на выработанных карьерах в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе

№ ПП	Порода	Посадочный материал	Шаг посадки, м	Ширина междурядий, м	Количество посадочных мест, факт, шт/га	Количество жизнеспособных, шт/га	Доля живых, %	Примечание
1	2	3	4	5	6	8	9	10
H28	Сосна	ОКС	1	2,5	4000	772	19,30	Живой напочвенный покров: брусника, водяника, зеленые мхи. Доля задернованности 30-40%. Дерновость сохранилась только в тех местах, где есть ЛКС, во всех остальных местах ТПС. Объект площадной большой песчаный карьер, максимальная глубина карьера 5-7 м, откосы пологие, на дне есть сухие участки и обводненные участки. На техническом этапе - уборка мусора, выполаживание откосов, нанесение ТПС. На биологическом этапе - создание лесных культур сосны.
H29	Сосна	ОКС	1	2,5	4000	186	4,65	Подлесок: ива. Живой напочвенный покров: осоки, зеленые мхи. ЛКС на сухом участке дна карьера из ПП 28. Задернованность 50-60%. Ширина междурядий 2 м, шаг посадки 12 м. ЛК дополнялись, есть ЛКС 2-х категорий: крупный - 60%, мелкий - 40%. Всего 46 ЛК живых.

Продолжение табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	8	9	10
Н13	Сосна	посев семян	0,7	2,78	5139	3496	68,03	Подлесок: багульник, карликовая береза. Живой напочвенный покров: брусника, кукушкин лен, кладония, осоки, зеленые мхи. ЛК посевом 2004 года. ЛК посажены в рамках рекультивации объекта. Посев луночный от 1-12 семян в лунку. В каждом посевном месте от 4 до 12 стволов D=1-4см, h=6,3 м.
Н30	Сосна	ОКС	2	6	833	172	20,65	Живой напочвенный покров: хвощи, осоки. Тот же карьер, что и ПП 28. Участок частично обводнен с черенками ив. созданные на сухих участках дна частично обводненного песчаного карьера. Ширина междурядий - 6 м, шаг посадки - 2 м. 43 живых куста ивы на ПП, h 1,5 м. Сохранность ивы увеличить с приб. зеркалом воды во всех местах, где сохранилась ТПС. Задернованность 70%.
К14	Сосна	ЗКС	0,83	3,125	3855	3232	83,84	Песчаный раздув. Посажены ЛКС с ЗКС 2021 год. Подготовка почвы не проводилась. С одной стороны стена леса, с другой стороны карьер рекультивированный.

Окончание табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	8	9	10
K15	Сосна	ЗКС	1,06	2,5	3774	3376	89,45	Старый зарекультивированный карьер В 2021 году посажены ЛКС с ЗКС. Подготовка почвы плужными бороздами. На этапе рекультивации производилось внесение ТПС, посев трав и посадка черенков ивы. Ива встречается единично. Вокруг стена леса
K16	Сосна	ЗКС	1	2,63	3802	2632	69,23	Старый карьер по добыче песка. Единично встречается естественное возобновление. В 2021 году посажены ЛКС с ЗКС, подготовка почвы бороздами. Направление рядов - СЗ-ЮВ.
T1	Ива	черенки	0,76	3,11	4217	144	3,41	Зарекультивированный карьер по добыче песка. Технический этап - выполняживание откосов и планировка территории, возможно было внесение вскрыши. ТПС не вносилась. Биологический этап - посадка черенков ивы.
T7	Ива	черенки	0,8	3,25	3846	120	3,12	Карьер, произведена посадка черенков ивы и посев трав. ТПС не вносилась.
M6	Ива	черенки	0,88	3,33	3412	1610	47,19	Зарекультивированный карьер. Внесена ТПС, произведен посев трав. Посажены черенки ивы.
T26	Ива	черенки	1,26	1,25	6349	3770	59,38	Зарекультивированный карьер. 90% вода. Черенки по откосам в 4 ряда. Внесена ТПС, произведен посев трав.



Рис. 5.5 – Внешний вид ПП Н13



Рис. 5.6 – Последствия посева семян сосны обыкновенной (ПП Н13)



Рис. 5.7 – Лесные культуры на ПП Т48



Рис. 5.8 – Лесные культуры на рекультуры на ПП Т49

Данные карьеры были рекультивированы путем нанесения на поверхность торфо-песчаной смеси. Указанное привело к тому, что на рекультивированном карьере сформировался сосняк зеленомошно-ягодникового типа леса (табл. 5.7).

Спустя 32 года после создания лесных культур на ПП Т49 запас древостоя составляет 87 м³/га при густоте 2,3 тыс. шт./га и III классе бонитета.

Близкая картина наблюдается и на ПП Т48. В возрасте 21 год запас древостоя на данной пробной площади составляет 45 м³/га при относительной полноте древостоя 0,4 и классе бонитета III.

5.2. Линейные объекты

Формирование древесной растительности на линейных объектах анализировалось нами на 10 пробных площадях, расположенных на территории Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района (табл. 5.8).

Большинство указанных линейных объектов было оставлено под естественное зарастивание, а на одном были посажены черенки ивы.

Приведенные данные (табл. 5.8) показали, что полосы вдоль трубопроводов, как правило, зарастают достаточно успешно, если на их поверхность нанесён слой ТПС. При этом в процессе технического этапа рекультивации была произведена уборка с линейных объектов бытового и технического мусора, выравнивание линейных объектов и сглаживание откосов, а также нанесение на поверхность слоя ТПС. При биологическом этапе рекультивации на поверхность торфо-песчаной смеси был осуществлен посев многолетних трав, что способствовало прекращению переметания песка.

Бедность субстрата питательными элементами приводит к тому, что, несмотря на посев трав, последние не образуют дернины, что, в конечном счете, создает благоприятные условия для появления всходов и последующего накопления подроста. В результате густота жизнеспособного подроста сосны в пересчете на крупный составляет 2,6-10,9 тыс. шт./га. Другими словами, на пробных площадях Н36; Н26; Н27; Т8; Н33; Н37 количества подроста

Таблица 5.7 – Характеристика искусственных древостоев, сформировавшихся на рекультивированных сухоройных карьерах в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе

№ ПП	Со- став	Эле- мент леса	Воз- раст, лет	Средние		Класс бо- нитета	Тип леса	Сумма площа- дей сечений, м²/га	Относитель- ная полнота	Густота, шт/га	Запас, м³/га.	
				диа- метр, см	вы- сота, м						об- щий	в т.ч. сухо- стоя
ПП № Т 48, лесные культуры, созданные посадкой дичков. Возможно был карьер или свалка. Ширина междурядий 4,54 м., шаг посадки 0,69 м. Подготовка почвы плужными бороздами. В ЖНП злаки, бобовые, кипрей,												
Т 48	9С1С	С	21	7,7	7,2	3	ЗМЯГ	7,45	0,35	1612	39,7	-
		С	18	6,1	6,5			1,02	0,05	348	5,0	-
		Итого						8,47	0,40	1960	44,70	-
ПП № Т 49, лесные культуры. Зарекультивированный карьер. Внесена ТПС, посадка производилась дичками. Рядов не видно. В центре участка болото.												
Т 49	10С	С	32	9,2	7,8	3	ЗМЯГ	15,03	0,63	2285	87,0	-

Таблица 5.8 – Расположение пробных площадей, заложенных на линейных объектах в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном районе

№ ПП	Лесничество	Участковое лесничество	Квартал	Выдел	Категория земель	Год мероприятия	Способ лесовосстановления
Н36	Ноябрьское	Ноябрьское	1261	45	линейный объект	2010-2011	самозаращивание
Н26	Ноябрьское	Ноябрьское	1377	59	линейный объект	2013-2014	самозаращивание
Н27	Ноябрьское	Ноябрьское	1511	4, 5	линейный объект	2013-2014	самозаращивание
Т8	Таркосалинское	Таркосалинское	388	53	трубопровод	2014	самозаращивание
Н32	Ноябрьское	Ноябрьское	1261	46	линейный объект	2015-2016	самозаращивание
Н33	Ноябрьское	Ноябрьское	1261	12	линейный объект	2015-2016	самозаращивание
Н35	Ноябрьское	Ноябрьское	1261	24	линейный объект	2015-2016	самозаращивание
Н37	Ноябрьское	Ноябрьское	1264	25	линейный объект	2015-2016	самозаращивание
Н11	Ноябрьское	Вынгапуровское	2622	38, 33	линейный объект	2017-2018	самозаращивание
Т25	Таркосалинское	Таркосалинское	230	37	дорога к карьере	2018	посадка черенков ивы

сосны обыкновенной, в пересчете на крупный, вполне достаточно для перевода их в покрытую лесной растительностью площадь (рис. 5.9 и 5.10).



Рис. 5.9 – Подрост на линейном объекте ПП Н26



Рис. 5.10 – Внешний вид рекультивированного участка линейного объекта (ПП Н27)

Количество подроста сосны резко снижается при увеличении влажности почвы и появлении в живом напочвенном покрове осоки (ПП Н32), а также при отсутствии слоя ТПС (ПП Н35 и ПП Н11) (рис. 5.11 и 5.12).



Рис. 5.11 – Формирование подроста на влажном субстрате (ПП Н32)



Рис. 5.12 – Лесовозобновление при отсутствии на поверхности ТПС

Указанное наглядно свидетельствует о необходимости включения в регламенты рекультивации линейных объектов нанесения на поверхность ТПС.

Анализируя характеристики естественного возобновления, можно отметить, что последний на большинстве пробных площадей характеризуется высокими показателями встречаемости. Последнее свидетельствует об успешности естественного возобновления. В то же время на большинстве пробных площадей доминирует мелкий подрост, а накопление крупного подроста сдерживается жесткими лесорастительными условиями (табл. 5.9).

Искусственные насаждения анализируются только одним линейным объектом. Последний представляет собой подъездную дорогу, на которую был нанесен слой ТПС, посеяны травы и посажены черенки ивы. Ширина дороги составляет 10 м и расположена в лесном массиве, что обеспечивает наличие обсеменителей. Материалы таблицы 5.10 свидетельствуют о количестве мелкого подроста сосны – 1,3 тыс. шт./га при встречаемости 17%. При этом сохранность высаженных черенков ивы составляет 59,4% (табл. 5.11).

Таблица 5.11 – Сохранность лесных культур ивы, созданных черенками на бывшей дороге в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе

№ ПП	Порода	Посадочный материал	Шаг посадки, м	Ширина междурядий, м	Количество посадочных мест, шт./га	Количество жизнеспособных, шт./га	Доля жизнеспособных, %
T25	Ива	черенки	1,26	1,25	6349	3770	59,4

В целом можно отметить, что сохранность лесных культур ивы средняя, но она создает условия для накопления подроста основных пород лесообразователей. При этом ива выполняет роль почвообразователя, поскольку она создает рыхлый опад и способствует формированию лесной подстилки.

Таблица 5.9 – Количество подроста, сформированного на линейных объектах в пересчете на крупный в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном районе

№ ПП	Состав подроста	Порода	Количество подроста по жизне-способности, шт./га			Встреча-емость, %	Количе-ство жиз-неспособ-ного, шт./га	Примечание
			жизнеспособный	сомни-тельный	не жизнеспособный			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н36	10С	Сосна	4150	3767	333	100	6033	-
		Итого	4150	3767	333	0	6033	
Н26	10С	Сосна	8333	2042	250	97	9354	Живой напочвенный покров: кладония, брусника, зеленые мхи, осока, водяника, лишайники. Линейный объект, полоса отвода вдоль трубопровода. Технический этап - уборка мусора, планировка поверхности, нанесение ТПС. Биологический этап - оставление под самозаращивание. Подрост густой, ровно растет от стены леса 10-15 м (D=1см h=1,5м).
		Итого	8333	2042	250	0	9354	
Н27	10С+Б	Сосна	10008	1867	83	100	10942	Живой напочвенный покров: брусника, зеленые мхи, осока, водяника, багульник, кладония. Линейный объект (полоса отвода вдоль трубопровода). Технический этап - уборка мусора, планировка поверхности, нанесение ТПС.
		Береза	333	83	0	13	375	

Продолжение таблицы 5.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н27	10С+Б	Итого	10341	1950	83	0	11317	Биологический этап - оставление под самозаращивание. Задернованность 85%, 15% ближе к дороге (трубе) под песком. Подрост растет равномерно, густо, в 12-15 м зоне от стены леса (D=1,5см h=1м).
Т8	6Б4С ед.К	Сосна	2608	0	150	70	2608	Газопровод (2 трубы). Между трубами 10 метров. Произведен посев трав. С 3-х сторон стена леса, с 4-й стороны карьер (на карьере заложена ПП № Т 7)
		Береза	3483	0	0	67	3483	
		Кедр	108	0	0	7	108	
		Итого	6200	0	150	0	6200	
Н32	10С+Б	Сосна	842	2108	125	90	1896	Подрост: осока, зеленый мох, брусника, кипрей. Подлесок: карликовая береза. Линейный объект зарекультивированная полоса отвода трубопровода. Технический этап - уборка, ТПС. Биологический этап - посев трав, оставление под самозаращивание. Доля проектированного покрова: 75-80%. Задернованность 90-95%. Примыкает к стене спелого леса с одной стороны, местами на ПП сильное задернение, более менее хороший посев на расстоянии от 25 м стены леса. Подрост однородный.
		Береза	67	0	0	3	67	
		Итого	908	2108	125	0	1963	

Продолжение таблицы 5.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н33	7С3Б	Сосна	2575	1392	42	90	3271	Подлесок: карликовая береза. Живой напочвенный покров: зеленые мхи, злаки, брусника. Продолжение линейного объекта на ПП 32 после поворота. Линейный объект - полоса отвода трубопровода. Технический этап - уборка, ТПС. Биологический этап: посев трав, оставление под самозаращивание. Проектируемое покрытие 55%. Степень задернованности 95%. Осока формирует травяной, не такой густой травяной покров, густой только по трубопроводу. С одной стороны примыкает к стене леса.
		Береза	875	483	0	47	1117	
		Итого	3450	1875	42	-	4388	
Н35	10С	Сосна	725	1817	125	87	1633	Живой напочвенный покров: зеленые мхи, осоки, злаки. Линейный объект, полоса отвода вдоль трубопровода, после рекультивации. Технический этап - уборка мусора, планировка поверхности, ТПС, в настоящее время ТПС на участке отсутствует, возобновление идет по пескам. Проектное покрытие 5%. Задернованность 10-15%. Биологический этап - посев трав, оставление под самозаращивание. Стена леса находится через дорогу от исследуемого участка.
		Итого	725	1817	125	-	1633	

Окончание таблицы 5.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н37	10С	Сосна	6142	2867	500	93	7575	Живой напочвенный покров: кладония, брусника, злаки, багульник, осока, зеленые мхи, голубика. Подрост крупный (D=2см h=1,5-2м) и мелкий (D=1см h=0,6-1м). Линейный объект - полоса отвода вдоль трубопровода, между спелым лесом и трубопроводом. Технический этап - уборка, планировка поверхности, ТПС. Биологический этап - посев трав, оставление под самозаращивание. Проектируемое покрытие 60-70%. Задернованность 75-80%.
		Итого	6142	2867	500	-	7575	
Н11	10С	Сосна	917	1167	167	70	1500	Линейный объект. Полоса отвода трубопровода Сибур м/д трубой и стеной леса. Должна быть заторфована, ТПС не вносился.
		Итого	917	1167	167	-	1500	
Т25	10С	Сосна	667	0	0	17	667	Дорога подъездная зарекультивированная. ТПС, посев трав и Посадка черенков ивы. Ширина дороги 10 метров. Вокруг стена леса.
		Итого	667	0	0	-	667	

Таблица 5.10 – Количество подроста на линейных объектах по высотным группам в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном районе, шт./га

№ ПП	Порода	Всходы, шт./га	Мелкий				Средний				Крупный			
			Ж*	С*	Н*	встре- чае- мость, %	Ж*	С*	Н*	встре- чае- мость, %	Ж*	С*	Н*	встре- чае- мость, %
Н36	Сосна	0	5833	7000	667	97	1333	333	0	47	167	0	0	7
Н26	Сосна	0	7333	3417	500	87	3333	417	0	47	2000	0	0	27
Н27	Сосна	0	4750	3333	167	93	7667	250	0	83	1500	0	0	37
	Береза	0	0	167	0	3	417	0	0	13	0	0	0	0
Н32	Сосна	0	1417	3417	250	77	167	500	0	17	0	0	0	0
	Береза	0	0	0	0	0	83	0	0	3	0	0	0	0
Н33	Сосна	0	3917	2250	83	80	667	333	0	27	83	0	0	3
	Береза	0	250	833	0	23	417	83	0	17	417	0	0	17
Н35	Сосна	0	750	3500	250	87	333	83	0	17	83	0	0	3
Н37	Сосна	0	7250	4667	1000	83	2417	667	0	50	583	0	0	13
Н11	Сосна	0	1833	2333	333	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Т8	Сосна	3917	2583	0	0	37	917	0	83	30	283	0	83	23
	Береза	2000	3000	0	0	27	500	0	0	13	1583	0	0	33
	Кедр	0	83	0	0	3	83	0	0	3	0	0	0	0
Т25	Сосна	10083	1333	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
	Береза	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание * - Ж –жизнеспособный подрост, С- сомнительный подрост, Н- нежизнеспособный подрост.

5.3. Песчаные пустоши и редины

Специфика климатических и почвенных условий обуславливает феномен формирования песчаных пустошей (раздувов) во многом аналогичных таковым в пустынной зоне. Указанное обусловлено наличием мелкодисперсных песчаных почв и сильных ветров, обусловленных открытостью местности, а также отсутствием древесной или травянистой растительности на поверхности почвы. Специфической особенностью песчаных раздувов является полого-волнистый рельеф, обусловленный песчаными отложениями, верхние горизонты которых подвержены постоянной ветровой эрозии.

Для остановки расширения песчаных раздувов необходимо закрепление песков, что обуславливает необходимость создания лесных культур. При этом закрепление песчаных раздувов вызывает необходимость на техническом этапе рекультивации размещения на поверхности раздува торфо-песчаной смеси.

Нами в процессе исследований заложено 15 пробных площадей на песчаных раздувах и 8 пробных площадей в редирах (табл. 5.12). При этом редины в условиях Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района обусловлены не хозяйственной деятельностью или негативными природными явлениями (штормовые ветры, лесные пожары), а низкой трофностью почв. Последнее исключает возможность повышения относительной полноты древостоев созданием подпологовых лесных культур.

Материалы исследований показали, что при создании лесных культур в редирах приживаемость варьируется от 8,3 до 64,6%. При этом из четырех пробных площадей, характеризующих лесные культуры, приживаемость на трех из них ниже 18,5%, что может охарактеризовать данные лесные культуры как подлежащие списанию. Лишь на ПП Т23 приживаемость составила 64,6%. При этом лесные культуры были созданы сеянцами с ОКС без подготовки почвы простым раздвиганием слоевищ лишайников.

Сохранность лесных культур двух лет составляет 51,0% при использо-

Таблица 5.12 – Расположение песчаных пустошей, на которых проводились научные исследования в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном лесном районе

№ ПП	Лесничество	Участковое лесничество	Квартал	Выдел	Категория земель	Год посадки	Посадочный материал
T31	Таркосалинское	Пурпейское	2936	49	редина	Минерализ 2019	-
T32	Таркосалинское	Пурпейское	3032	4	редина	Минерализ. 2020	-
T33	Таркосалинское	Пурпейское	3031	25	редина	2020	ОКС
T35	Таркосалинское	Пурпейское	3031	25	редина	2020	ЗКС
T5	Таркосалинское	Таркосалинское	259	10	редина	2021	ОКС
T6	Таркосалинское	Таркосалинское	259	10	редина	2021	ОКС
T22	Таркосалинское	Пурпейское	2896	2	редина	2021	ОКС
T23	Таркосалинское	Пурпейское	2895	4	редина	2021	ОКС
K9	Надымское	Лонг-Юганское	237	98	раздув	2020	ОКС,
T34	Таркосалинское	Пурпейское	3031	25	раздув	2020	ОКС
K10	Надымское	Лонг-Юганское	237	90	раздув	2020	ОКС, ПКЛ
K11	Надымское	Лонг-Юганское	337	93	раздув	2020	ОКС, ПКЛ
K12	Надымское	Лонг-Юганское	237	77	раздув	2020	ОКС ПКЛ
T29	Таркосалинское	Пурпейское	2868	51	раздув	2021	ОКС
T30	Таркосалинское	Пурпейское	2935	47	раздув	2021	ОКС
T36	Таркосалинское	Пурпейское	2935	47	раздув	2021	ОКС
T40	Таркосалинское	Пурпейское	2866	39	раздув	2021	ОКС
T37	Таркосалинское	Пурпейское	2866	39	раздув	2021	ОКС, ПКЛ
T38	Таркосалинское	Пурпейское	2932	4	раздув	2021	ОКС, ПКЛ, торф
T39	Таркосалинское	Пурпейское	2932	4	раздув	2021	ОКС, ПКЛ, торф
T19	Таркосалинское	Пурпейское	2724	20	раздув	2021	ЗКС
T41	Таркосалинское	Пурпейское	3031	2	раздув	2021	ЗКС
T21	Таркосалинское	Пурпейское	2866	10	раздув	2021	ЗКС, ПКЛ

вании сеянцев с ОКС и 46,6% при использовании сеянцев с ЗКС (ПП Т35) (рис. 5.13 и 5.14).



Рис. 5.13 – Лесные культуры, созданные сеянцами с ОКС



Рис. 5.14 – Лесные культуры, созданные сеянцами с ЗКС (ПП Т35)

Эффективность создания лесных культур на песчаных раздувах в подавляющем большинстве также является довольно низкой. Сохранность 2-летних лесных культур, созданных сеянцами с ОКС, существенно варьируется. Так, на ПП К9 она не превышает 24,0%, а на ПП Т34 достигает 87,4%.

Приживаемость лесных культур, созданных сеянцами сосны обыкновенной с ЗКС, варьируется от 62,1 до 84,3% (ПП Т19; ПП Т41 и ПП Т21). При этом приживаемость сеянцев с ОКС составляет 0,5–82,3%. Из семи песчаных раздувов лесные культуры на двух подлежат списанию, поскольку их приживаемость составляет 0,5 и 1,5%. Четыре участка нуждаются в дополнении, поскольку их приживаемость варьируется от 26,2 до 39,1% и лишь на одной пробной площади Т29 приживаемость составляет 82,3% (табл. 5.13).

В целом можно отметить, что приживаемость лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, выше, чем с ОКС. Однако полученные данные требуют проверки за более длительный период. По данным ряда авторов приживаемость сеянцев с ЗКС в таежной зоне составляет 100%. Именно этим фактом объясняется сокращение посадочных мест до 2,0 тыс. шт. /га при использовании сеянцев с ЗКС при 4,0-5,0 тыс. шт./га сеянцев с ОКС. Выполненные нами исследования показали, что уже через год после посадки приживаемость на ПП Т21 составляет 62,14%. При условии соблюдения действующих нормативных документов на участке сохранилось бы 1243 экземпляра сосны, что явно недостаточно для формирования высокопроизводительного соснового насаждения и перевода участка в покрытые лесной растительностью земли.

5.4. Кустовые основания и другие площадные объекты

Значительные территории лесных участков ЯНАО заняты нефтегазодобывающими предприятиями под кустовые основания, на которых размещено буровое оборудование, шламовые амбары, установки по добыче и транспортировке углеводородного сырья и т.д. При строительстве кустовых оснований, в среднем площадью 2-3 га, на суходолах проводятся работы по сносу зеленых насаждений и выравниванию бульдозером участка. На подтопленных участках

путем насыпи грунта формируется плоскость высотой 1,5-2 м над окружающей поверхностью.

Формирование древесной растительности на площадных объектах анализировалось нами на 11 пробных площадях, расположенных на территории Западно-Сибирского северо-таежного равнинного лесного района (табл. 5.13).

Шесть площадных объектов было оставлено под естественное заращивание, а на пяти объектах проведено компенсационное лесовосстановление сосной обыкновенной с ЗКС (табл. 5.14).

Материалы исследований показали, что процесс самозарастание выбранных площадных объектов, после покрытия их слоем ТПС и расположенных вблизи надежных обсеменителей проходит достаточно успешно естественным путем, при этом стоит отметить, что древесная порода не создает плотного насаждения, а сохраняется лишь по окраинам кустовых оснований.

При этом в процессе технического этапа рекультивации была произведена уборка бытового и технического мусора, выравнивание площадных объектов и сглаживание откосов, а также нанесение на поверхность слоя ТПС. При биологическом этапе рекультивации на поверхность торфо-песчаной смеси был осуществлен посев многолетних трав, что способствовало прекращению переметания песка.

В ходе проведения рекультивации и лесовосстановления проводилось рыхление почвогрунта, внесение минеральных удобрений и посев травосмесей, что способствовало благоприятным условиям для появления всходов и последующего накопления подроста (рис. 5.15).

Количество подроста сосны резко снижается при увеличении влажности почвы и появлении в живом напочвенном покрове осоки (ПП Н53), а также при отсутствии слоя ТПС (ПП Н57 и ПП Н61).

Указанное наглядно свидетельствует о необходимости включения в регламенты рекультивации линейных объектов нанесения на поверхность ТПС.

Таблица 5.13 – Расположение пробных площадей, заложенных на площадных объектах в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном районе

№ ПП	Лесничество	Участковое лесничество	Квартал	Выдел	Категория земель	Год мероприятия	Способ лесовосстановления
T77	Таркосалинское	Пурпейское	2889	21, 23	кустовое основание	2019	лесные культуры
T78	Таркосалинское	Пурпейское	2450	100	кустовое основание	2020	лесные культуры
T79	Таркосалинское	Пурпейское	2451	4, 5	кустовое основание	2011-2014	самозаращивание
T81	Таркосалинское	Таркосалинское	388	53	кустовое основание	2011-2014	самозаращивание
H52	Ноябрьское	Ноябрьское	1261	18, 23	кустовое основание	2020	лесные культуры
H53	Ноябрьское	Ноябрьское	1261	32	кустовое основание	2021	лесные культуры
H55	Ноябрьское	Ноябрьское	1261	50	кустовое основание	2020	лесные культуры
H57	Ноябрьское	Ноябрьское	1264	55	вахтовый поселок	2015-2016	самозаращивание
H61	Ноябрьское	Вынгапуровское	2622	21, 27	вахтовый поселок	2017-2018	самозаращивание
T82	Таркосалинское	Таркосалинское	459	7	трасса коммуникаций	2016-2017	самозаращивание
T83	Таркосалинское	Таркосалинское	458	12	трасса коммуникаций	2019-2020	самозаращивание

Таблица 5.14 – Количество подроста на площадных объектах по высотным группам в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном районе, шт./га

№ ПП	Порода	Всходы, шт./га	Мелкий				Средний				Крупный			
			Ж*	С*	Н*	встречае- мость, %	Ж*	С*	Н*	встречае- мость, %	Ж*	С*	Н*	встречае- мость, %
T77	Сосна	4569	4833	6000	567	97	1333	333	0	47	167	0	0	7
T78	Сосна	5214	6333	2417	400	87	3333	417	0	47	2000	0	0	27
T79	Сосна	0	6750	5333	367	93	7667	250	0	83	1500	0	0	37
	Береза	0	0	167	0	3	317	0	0	13	0	0	0	0
T81	Сосна	0	2417	4417	450	77	267	400	0	17	0	0	0	0
	Береза	0	0	0	0	0	83	0	0	3	0	0	0	0
H52	Сосна	3695	4517	2250	83	80	767	373	0	27	73	0	0	3
H53	Сосна	2657	750	3500	250	87	533	83	0	17	73	0	0	3
H55	Сосна	9563	7250	4667	1000	83	6417	967	0	80	483	0	0	13
H57	Сосна	0	1833	2333	333	70	0	0	0	0	0	0	0	0
	Береза	0	963	263	25	54	21	0	0	1	0	0	0	0
	Ель	0	833	1333	33	50	0	0	0	0	0	0	0	0
H61	Сосна	0	2583	0	0	37	917	0	83	30	233	0	53	23
	Береза	0	3000	0	0	27	500	0	0	13	1683	0	0	33
	Осина	0	83	0	0	3	83	0	0	3	0	0	0	0
T82	Сосна	0	1333	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
	Береза	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T83	Сосна	0	2596	1254	22	25	235	22	2	11	0	0	0	0
	Береза	0	522	0	11	26	3	24	3	15	0	0	0	0

Примечание * - Ж –жизнеспособный подрост, С – сомнительный подрост, Н – нежизнеспособный подрост.



Рис. 5.15 – Накопление подроста после отсыпки ТПС

Создание лесных культур при рекультивации площадных объектов позволяет формировать полноценные сосновые молодняки особенно при использовании семян с ЗКС. Сравнение прироста центрального побега у лесных культур и естественного возобновления аналогичного возраста показало, что средний прирост у деревьев в лесных культурах за 2004 г. составил $15,1 \pm 0,97$ см, в то время как у подроста от $7,3 \pm 0,84$ см. При этом различия в приросте достоверны на 99% уровне значимости.

На площадных объектах, где не создавались лесные культуры сосны идет накопление подроста березы. Учитывая специфику лесорастительных условий ЯНАО нами рекомендуется березы повислую и пушистую рекомендовать включить в перечень основных лесообразующих видов. Указанное будет способствовать ускорению перевода участков в покрытые лесной растительностью земли и формированию на бывших нарушенных землях смешанных устойчивых насаждений.

Выводы

1. Основными объектами рекультивации на территории ЯНАО являются

выработанные карьеры добычи песка, линейные объекты, песчаные раздувы и редины.

2. Естественное зарастание указанных видов нарушенных земель протекает крайне медленно по причине низкого плодородия песчаного субстрата и жестких лесорастительных условий.

3. Отсутствие рекультивационных работ на выработанных сухоройных карьерах и подштабельных основаниях гидронамывных карьеров приводит к раздуву песка ветром и формированию песчаных пустошей.

4. Решение проблемы закрепления песка на указанных выше видах нарушенных земель возможно покрытием грунта слоем торфа толщиной 10-25 см с последующим дискованием или слоем торфо-песчаной смеси аналогичной толщины.

5. При наличии надежных обсеменителей на расстоянии до 100 м, после нанесения торфо-песчаной смеси участок может быть оставлен под самозарастание.

6. Закрепление песка можно обеспечить посадкой черенков ивы, а также злаковых или бобовых растений с закрытой корневой системой в шахматном порядке 1,5×1,5 м.

7. Основным способом биологического этапа рекультивации песчаных карьеров, линейных объектов и песчаных раздувов является создание лесных культур сосны обыкновенной на закрепленных торфом участках.

8. Приживаемость лесных культур с ЗКС выше, чем с ОКС. Однако короткий срок наблюдения вызывает необходимость продолжения исследований для более обоснованного вывода.

9. На затопляемых и подтопляемых частях карьеров целесообразна посадка черенков ивы с густотой 4,5 тыс. шт./га.

10. На базе глубоких, заливаемых водой карьеров, целесообразно создание противопожарных водоемов.

11. Создание лесных культур в естественных редирах нецелесообразно, поскольку они сформировались по причине низкого плодородия почвы.

12. Целесообразно включить на территории ЯНАО березы повислую и пушистую в перечень основных лесообразующих видов, что ускорит перевод участков в покрытые лесной растительностью земли и будет способствовать формированию смешанных устойчивых насаждений.

Заключение

Разведка, добыча и транспортировка углеводородного сырья обусловили наличие на территории ЯНАО значительных площадей нарушенных земель. К последним относятся, прежде всего, выработанные сухоройные песчаные карьеры и подштабельные основания гидронамывных карьеров, линейные объекты, песчаные пустоши (раздувы) и кустовые основания. Указанные нарушенные земли нуждаются в рекультивации, поскольку процессы естественного лесовосстановления сдерживаются жесткими климатическими условиями.

Округ характеризуется наличием многолетней мерзлоты, коротким вегетационным периодом, возможным возвратом холодов даже в летний период, недостатком солнечной радиации, медленной деструкцией растительного опада, сильными морозами зимой и т.д. Указанное определяет медленный рост древесной растительности и специфику лесоразведения на нарушенных землях.

В настоящее время основным способом рекультивации нарушенных земель является рыхление почвогрунта, внесение минеральных удобрений и посев травосмесей с целью формирования дернины. Обследование рекультивированных данным способом участков показало, что древесная растительность не формируется в течение многих лет, а из-за низкого плодородия субстрата и неблагоприятных гидрологических условий ЖНП формируется мозаично, не образуя сплошного покрова.

Появлению всходов и накоплению подроста хвойных пород на песчаных карьерах, подштабельных основаниях и песчаных раздувах препятствует переветывание песка. Поэтому при проведении технического этапа рекультивации на поверхность нарушенных земель следует наносить торфо-песчаную смесь, или торф с последующим дискованием и перемешиванием его с верхним слоем почвогрунта.

Основным направлением рекультивации является лесохозяйственное с созданием лесных культур. Приживаемость лесных культур сосны обычно с

ЗКС выше, чем с ОКС. Однако, учитывая короткий срок наблюдения, данный вывод следует считать предварительным и требующим дальнейших исследований.

При проведении биологического этапа рекультивации созданием лесных культур необходимо более внимательно подходить к подбору участка и установлению его пригодности для выращивания лесных культур. Так, на подтапливаемых участках карьеров и линейных объектов следует отдавать предпочтение лиственным породам иве и березе и др. На подштабельных основаниях гидронамывных карьеров следует учитывать толщину оставленного слоя песка. Последняя должна обеспечивать подъем капиллярной влаги к корневым системам высаживаемых семян или саженцев.

При наличии на расстоянии не более 100 м надежных обсеменителей после нанесения на поверхность нарушенных земель ТПС, их можно оставлять под естественное зарастание. Небольшие по площади песчаные карьеры, где нет перевевания песка, после нанесения ТПС могут также рекультивироваться посевом семян сосны обыкновенной.

Основные результаты исследований и предложения по совершенствованию рекультивации нарушенных земель вошли в «Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда в границах Ямало-Ненецкого автономного округа» (2024).

Рекомендации производству

В целях повышения плодородия почвогрунтов и прекращения перевева-ния песка на песчаные поверхности нарушенных земель наносится ТПС слоем 20-25 см или слой торфа с последующим перемешиванием его с верхними сло-ями песка.

Основной лесообразующей породой при создании лесных культур явля-ется сосна обыкновенная. Для закрепления песка, особенно на откосах карье-ров, а также в сырых условиях произрастания целесообразно использовать че-ренки ивы местных таксонов.

При создании на поверхности нарушенных земель слоя ТПС целесооб-разно вокруг объектов нефтегазодобычи оставлять не покрытой полосу, как противопожарный барьер для остановки низовых пожаров.

Оставление торфа на поверхности без перемешивания с почвогрунтом нецелесообразно по причине увеличения потенциальной пожарной опасности.

При составлении проектов рекультивации гидронамывных и сухорой-ных песчаных карьеров, а также карьеров по добыче торфа, глины и других строительных материалов, следует предусмотреть создание противопожарных водоемов с площадками для стоянки пожарной техники во время забора воды и дорогами противопожарного назначения.

Участки нарушенных земель, вблизи надежных обсеменителей, после покрытия их слоем ТПС могут оставаться под естественное лесовосстанов-ление или на них создаются лесные культуры сосны обыкновенной посевом семян.

Библиографический список

Абражко, М.А. О некоторых особенностях сезонного роста корней *Piceaabies* (L) Karst / М.А. Абражко // Ботанический журнал. – 1973. – Т. 58. – С. 909-919.

Атлас Тюменской области / Огородников Е.А. и др. – Москва-Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1971. – 174 с.

Афанасьев, О.К. Рост активных корней плодовых деревьев в почве с мертвым запасом влаги / О.К. Афанасьев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1964. – №– С. 81-86.

Баранник, Л.П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации / Л.П. Баранник. – Новосибирск: Наука, 1988. – 84 с.

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 медеплавильного производства / А.В. Бачурина, С.В. Залесов, О.В. Толкач // Экология и промышленность России. – 2020. – № 24 (6). – С. 67-71.

Белов, Л.А. Эффективность рекультивации выработанного песчаного карьера посевом сосны обыкновенной / Л.А. Белов, К.А. Башегуров, С.В. Залесов, Ю.В. Зарипов, Р.А. Осипенко // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сб. науч. тр. – Брянск: БГИТУ, 2021. – Вып. 60. – С. 5-10.

Бобкова, К.С. Рост корней ели в условиях северной подзоны тайги / К.С. Бобкова // Сезонное развитие природы европейской части СССР. – М.: Географическое общество СССР, 1974. – С. 30-32.

Бондаренко, А.С. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие / А.С. Бондаренко, А.В. Житунов. – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2016. – 125 с.

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

Вегерин, А.М. Изменение лесного фонда под воздействием нефтегазодобычи / А.М. Вегерин, А.И. Захаров // Средообразующая роль лесов и ее изменения под влиянием антропогенных воздействий. – М., 1987. – С. 55-70.

Волков, И.М. К вопросу будущей рекультивации карьеров открытых горных работ на территории приполярного Урала и западных районов Югры / И.М. Волков // Материалы VIII научно-практ. конф., посвященной памяти А.А. Дунина-Горкавича. – Ханты-Мансийск: «Печатное дело», 2012. – С. 74.

Гайнутдинов, М.З. Рекультивация нефтезагрязненных земель лесостепной зоны Татарии / М.З. Гайнутдинов, С.М. Самосова, Т.И. Артемьева, М.Ю. Гилязов, И.Т. Храмов, И.А. Гайсин и др. // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. – С. 177-197.

Гашев, С.Н. Влияние факела по сжиганию неутилизованных компонентов нефти и газа на лесные биогеоценозы / С.Н. Гашев, М.Н. Казанцева, А.В. Рыбин, А.В. Соромотин // Проблемы рационального использования воспроизводства и экологического мониторинга лесов. – Свердловск, 1991. – С. 36-38.

Гашев, С.Н. Рекультивация нефтезагрязненных земель на юге Западной Сибири / С.Н. Гашев, С.П. Арефьев, М.Н. Казанцева, А.В. Рыбин, И.Н. Шумилов // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург, 1997. – С. 49-54.

Гвоздецкий, Н.А. Физико-географическое районирование Тюменской области / Н.А. Гвоздецкий. – М., 1973. – 248 с.

Гордиенко, М.И. Культуры сосны и их защита от вредителей и болезней / М.И. Гордиенко, Н.Н. Падий, А.В. Цилюрик. – Киев: УСХА, 1982. – 156 с.

Городков, Б.Н. Опыт деления Западно-Сибирской низменности на физико-географические области / Б.Н. Городков // Ежегодник Тобольского губ. Музея. – 1916. – Вып. XXVII. – С. 1-56

Городков, Б.Н. Почвы Гыданской тундры / Б.Н. Городков // Труды Полярной комиссии АН СССР. – 1932. – Вып. 7. – С. 19-22.

ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Почвы. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации». Введен 01.01.1988. – М.: Стандартинформ, 2008. – 10 с.

ГОСТ 17.5.3.04-83 (СТ СЭВ 5302-85). Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. Введ. 01.07.1984. – М.: Стандартинформ, 2008. – 10 с.

Григорьев, А.А. Структура и динамика древостоев верхней границы леса в западной части Плато Путорана / А.А. Григорьев, Н.М. Дэви, В.В. Кукарских, С.О. Вьюхин, А.А. Галимова, П.А. Моисеев, В.В. Фомин // Экология. – 2019. – № 4. – С. 311-322.

Гринченко, О.С. Биологическая рекультивация водно-болотных угодий (Московская область) / О.С. Гринченко // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 178-184.

Данилик, В.А. Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В.А. Данилик, Р.П. Исаева, Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, В.Н. Луганский, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. – 117 с.

Данчева, А.В. Лесной экологический мониторинг / А.В. Данчева, С.В. Залесов, А.С. Попов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. – 146 с.

Данчева, А.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения / А.В. Данчева, С.В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.

Доронькин, В.М. Результаты исследования естественного восстановления растительного покрова на вскрышных отвалах, возникших в 2000-е годы в Республике Хакасия / В.М. Доронькин, О.С. Сафронова, Т.Г. Ламанова, Н.В. Шеремет // Уголь. – 2019. – № 11. – С. 94-98.

Ермилов, И. Я. О влиянии вечной мерзлоты на рельеф / И.Я. Ермилов // Отдельный оттиск из «Известий Государственного Географического общества». Т.66, Вып.3. – Л.-М.: ОНТИ – ГТТИ, 1934. – С. 377-388.

Жилкин, Б.Д. Повышение продуктивности лесов культурой люпина / Б.Д. Жилкин. – Минск: Высшая школа, 1965. – 75 с.

Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 242 с.

Залесов С.В. Способ рекультивации нарушенных земель / С.В. Залесов, А.С. Оплетаев // Патент на изобретение RU 2738895 С1, Дата публикации: 18.12.2020. Заявка № 2019143781 от 25.12.2019.

Залесов, С.В. Деградация и демутация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С.В. Залесов, Н.А. Кряжевских, Н.Я. Крупинин и др. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2002. – 436 с.

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

Залесов, С.В. Об особенностях реализации закона от 19.07.2018 г. № 212–ФЗ О компенсационном лесовосстановлении и лесоразведении на территории Ямало-Ненецкого автономного округа / С.В. Залесов, А.С. Попов, К.В. Кравченко, М.В. Кученкова, Л.О. Фомин // Леса России и хозяйство в них. – 2020. – № 2 (73). – С. 58-64.

Залесов, С.В. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд / С.В. Залесов, Ю.В. Зарипов, Р.А. Осипенко. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. – 282 с.

Залесов, С.В. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов, А.С. Оплетаев, В.В. Толкач // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 12. – С. 63-67.

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 (332). – С. 66-73.

Зарипов, А.Ю. Формовое разнообразие подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающего на отвалах месторождения хризотил-асбеста / А.Ю. Зарипов, Д.И. Окатьев, Е.Б. Терентьев, Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов // Леса России и хозяйство в них. – 2020г. – № 2 (73). – С. 41-49.

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 отвалов хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, В.И. Крюк, И.А. Фрейберг // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы X всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2017. – С. 124-131.

Зарипов, Ю.В. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.С. Попов, Е.П. Платонов, Н.П. Стародубцева // ИВУЗ Лесной журнал. – 2021. – № 5. – С. 22-33.

Зарипов, Ю.В. Рекультивация карьеров кирпичной глины на месторождении Старковское-2 / Ю.В. Зарипов, И.А. Панин, Р.А. Осипенко // Леса России и хозяйство в них. – 2020в. – № 2 (73). – С. 64-71.

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

Зарипов, Ю.В. Характеристика ассимиляционного аппарата подроста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения тантал-бериллия / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Д.И. Окатьев, Е.Б. Терентьев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020а. – № 4 (61). – С. 129-138.

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

Застенская, Л.Л. Влияние биологической мелиорации на рост и продуктивность культур сосны в условиях выработанных песчаных месторождений на территории Республики Беларусь / Л.Л. Застенская // Лесоведение, лесные культуры и почвоведение: Межвуз. сб. науч. тр. – СПб.: СПбЛТА, 1998. – С. 108-112.

Застенский, Л.С. Агротехника создания лесных культур на отработанных карьерах: Рекомендации / Л.С. Застенский. – Минск: Минлесхоз РБ, 1979. – 30 с.

Захаров, А.И. Виды и масштабы воздействия нефтегазодобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа / А.И. Захаров, Г.А. Гаркунов, Б.Е. Чижов // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири: Сб. тр. – Тюмень, 1998. – Вып. 6. – С. 149-160.

Земцов, А.А. Материалы к геоморфологии бассейна р. Парабели / А.А. Земцов // Вопросы географии Сибири: Сб. статей. – Томск, 1953. – Вып. 3 – С. 117-128

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.

Инструкция по инвентаризации земель, почвенный покров которых нарушен при разработке полезных ископаемых и торфа, выполнении геолого-разведочных, изыскательских, строительных и других работ. – М.: ГИЗР, 1977. – 51 с.

Капелькина, Л.А. Анализ опыта лесной рекультивации нарушенных земель / Л.П. Капелькина // Лесовосстановление в Поволжье. Состояние и пути совершенствования. – Йошкар-Ола, 2013. – С. 62-68.

Колесников, Б.П. Биорекультивационное районирование Свердловской области / Б.П. Колесников, А.И. Лукьянец // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1976. – С. 10-16.

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

Коронатова, Н.Г. Восстановление растительного покрова на рекультивированном песчаном карьере в северной тайге / Н.Г. Коронатова, Н.П. Мироничева-Токарева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosstanovlenierastitelnogo-pokrova-na-rekultivirovannom-peschanom-kariere-v-severnoy-tayge>.

Коронатова, Н.Г. Накопление органического углерода в молодых почвах в процессе первичной сукцессии на выработанных карьерах северной тайги Западной Сибири / Н.Г. Коронатова // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 358-369.

Коротаев, А.А. Влияние температуры и влажности почвы на рост корней в культурах хвойных пород / А.А. Коротаев // Лесоведение. – 1987. – № 2. – С. 50-58.

Котова, В.С. Определение перспективности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для создания карбоновых ферм / В.С. Котова, И.Е. Корчагин, Е.П. Розинкина, А.И. Петров, Р.А. Осипенко, Г.А. Годовалов // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 3 (86). – С. 4-13.

Крылов, Г.В. Леса Западной Сибири / Г.В. Крылов, А.Г. Крылов // Леса СССР, Том 4. – М.: Изд-во «Наука», 1969. – С. 157-147.

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

Лавриненко, А.Т. Биологическая рекультивация переуплотненных автомобильных отвалов угледобывающих предприятий / А.Т. Лавриненко, Н.А.

Остапова, О.С. Сафронова, А.Б. Килин, И.Н. Евсеева, Е.А. Моршнева // Уголь. – 2020. – № 7. – С. 92-95.

Лавриненко, А.Т. Инновационные методы рекультивации отвалов угледобывающих предприятий в криоаридных условиях Средней Сибири / А.Т. Лавриненко, Е.А. Моршнева // Уголь. – 2018. – № 10. – С. 94-97.

Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 24.04.2020). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения 20.01.2025)

Лесоустроительная инструкция: Утв. Приказом Минприроды России от 5 августа 2022. № 510. – М., 2022. – 120 с.

Лиханова, И.А. Восстановление растительности на карьерах строительных материалов окрестностей г. Сыктывкар при проведении лесной рекультивации / И.А. Лиханова, Г.В. Железнова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1-6. – С. 1485-1488.

Лопатин, К.И. Опыт рекультивации нефтепромысловых кустов в условиях Тюменского севера / К.И. Лопатин, Е.П. Платонов, С.В. Залесов, А.В. Эндаков, Г.А. Годовалов // Вклад ученых и специалистов в развитие химико-лесного комплекса. – Екатеринбург, 1997. – С. 102-103.

Луганский, Н.А. Возврат земель после нефтегазодобычи / Н.А. Луганский, К.И. Лопатин, В.Н. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. – 63 с.

Луганский, Н.А. Деградация лесов при нефтегазодобычи и пути ее защиты, сбережения и демутиации / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, Н.А. Кряжевских, К.И. Лопатин, В.Н. Луганский, А.Е. Морозов, И.А. Юсупов, В.Г. Решетников, А.Ю. Демчук // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 439-454.

Манаков, Ю.А. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса / Ю.А. Манаков, Т.О. Стрельникова, А.Н. Куприянов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 168 с.

Мелехов, И.С. Лесоведение / И. С. Мелехов. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 408 с.

Микрюкова, Е.В. Динамика естественного зарастания отвалов угледобычи на Среднем Урале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2006. – 24 с.

Митропольский, А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – М.: Наука, 1971. – 567 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-situatsiiv-oblasti-lesohozyaysvennoy-rekultivatsii-otvalov-gornyh-porod-1> (дата обращения 11.06.2022).

Моргун, Е.Н. Полярное земледелие в Ямало-Ненецком автономном округе. Возрождение / Е.Н. Моргун, Е.В. Абагумов, Т.И. Низамутдинов, Р.М. Ильясов. – СПб.: Астерион, 2022. – 250 с.

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

Морозов, А.Е. Зарастание 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. – 2021б. – № 1 (103), Ч. 2. – С. 145-150.

Морозов, А.Е. Научная организация использования и сохранения лесов в районах добычи углеводородного сырья (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Екатеринбург, 2022. – 40 с.

Морозов, А.Е. Эффективность лесной рекультивации земель, нарушены при добыче торфа (на примере Басьяновского месторождения) / А.Е. Морозов,

С.В. Холкин, Е.А. Строганов // Леса России и хозяйство в них. – 2021. – № 1 (76). – С. 12-22.

Морозов, А.Е. Эффективность применения различных способов рекультивации нефтезагрязненных земель на территории ХМАО-Югры / А.Е. Морозов, С.В. Залесов, Р.В. Морозова // ИВУЗ. Лесной журнал. – 2010. – № 5. – С. 36-42.

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.

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.

Нестерович, Н.Д. Рост сеянцев некоторых древесных пород в зависимости от различной влажности почвы / Н.Д. Нестерович, А.В. Пономарева, Т.Ф. Дерюгина // Дендрология и лесоведение. – Минск: Наука и техника, 1967. – С. 51-62.

Нешатаев, Ю.А. Методы анализа геоботанических материалов / Ю.Н. Нешатаев. – Л.: ЛГУ, 1987. – 192 с.

Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: Утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339?ysclid=mgt38jqw83653890311> (дата обращения 20.01.2025)

Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления: Утв. Приказом Минприроды России от 29.12.2021 г. № 1024. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/728111110?ysclid=mgt39kv0zc889261885> (дата обращения 20.01.2025)

Оборин, А.А. Земли, загрязненные нефтью: самоочищение, естественное зарастание, рекультивация / А.А. Оборин, И.И. Шилова, И.Г. Калачникова, Л.А. Даниленко, Т.И. Каркишко // Проблемы рекультивации нарушенных земель. – Свердловск, 1988а. – С. 136-137.

Оборин, А.А. Самоочищение и рекультивация нефтезагрязненных почв Предуралья и Западной Сибири / А.А. Оборин, Н.Г. Калачникова, Т.А. Масливец и др. // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988б. – С. 140-159.

Овчинников, В.А. Роль социально-экологических факторов в экономической оценке рекультивации земель / В.А. Овчинников, Т.Б. Минакова, Е.Г. Линькова // Научно-технические проблемы рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых в СССР. – М., 1978. – С. 78-89.

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. Рекультивированные земли как резерв кормовой базы животноводства / Р.А. Осипенко, Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 5 (208). – С. 40-54.

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. – С. 111-117.

Осипенко, Р.А. Эффективность рекультивации выработанных карьеров глины в Средне-Уральском таежном лесном районе: автореф. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2021. – 20 с.

ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. – М.: Экология, 1992. – 17 с.

Панков, Я.В. Лесорастительные условия и особенности лесоразведения на отвалах КМА / Я.В. Панков // Защитное лесоразведение и лесные культуры. – Воронеж: ВГУ, 1975. – С. 55-57.

Панкратова, П.М. Рост и развитие сеянцев дуба и сосны при различной влажности почвы / П.М. Панкратова // Лесное хозяйство. – 1951. – № 93. – С. 33-36.

Пигорев, И.Я. Экология техногенных ландшафтов КМА и их биологическое освоение / И.Я. Пигорев. – Курск: КГСХА, 2006. – 366 с.

Платонов, Е.П. Пути совершенствования мероприятий по компенсационному лесовосстановлению / Е.П. Платонов, А.С. Оплетаев, С.В. Залесов, К.А. Башегуров // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2021. – № 6, Т. 25. – С. 5-8.

Платонов, Е.Ю. Научное обоснование системы противопожарного устройства лесного фонда в районах нефтегазодобычи (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 20 с.

Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

Погребняк, П.С. Общее лесоводство / П.С. Погребняк. – М.: Колос, 1968. – 440 с.

Поджаров, В.К. Агротехника введения многолетнего люпина в культурах сосны / В.К. Поджаров. – Минск: Ураджай, 1967. – 47 с.

Половников, А.В. Рекультивация и мелиорация нарушенных земель / А.В. Половников. – Пермь: Изд-во Пермский ГСХА, 2016. – 51 с.

Постановление Правительства РФ от 07.05.2019 г. № 566 «Об утверждении Правил выполнения работ по лесовосстановлению и лесоразведению лицами, использующими леса в соответствии со ст. 43-46 Лесного кодекса РФ, и лицами, обратившимися с ходатайствами или заявлениями об изменении целевого назначения лесного участка». – URL: <http://www.garant.ru/>

products/ipo/prime/doc/72140722/?ysclid=mgt35j08bh459288693 (дата обращения 23.01.25)

Правила осуществления лесовосстановления или лесоразведения в случае, предусмотренном частью 4 статьи 63 Лесного кодекса Российской Федерации: Утв. постановлением Правительства РФ от 18 мая 2022 г. № 897. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404624773/?ysclid=mgt373fiuc905745335> (дата обращения 23.01.25)

Прокаев, В.И. Антропогенные изменения в ландшафтных нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья / В.И. Прокаев, С.А. Мамаев и др. // Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов. – Свердловск, 1979. – С. 79-109.

Рахтеенко, И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений / И.Н. Рахтеенко. – Минск: Изд-во Ан БССР, 1963. – 254 с.

Рекомендации по лесовосстановлению на территории лицензионных участков ОАО «НК-Роснефть» / С.В. Залесов, Л.А. Белов, Г.А. Годовалов, Е.С. Залесова, А.Г. Магасумова, Е.П. Платонов, Ф.Т. Тимербулатов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 31 с.

Решетников, В.Г. Лесная рекультивация точечных и площадных объектов нефтегазодобычи на территории Сургутского Полесья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – 22 с.

Рожков, Л.С. Рекомендации по введению многолетнего люпина в междурядья лесных культур / Л.С. Рожков, В.П. Григорьев, И.Э. Рихтер. – Минск: БелНИИТНИ ЮССР, 1969. – 6 с.

Руководящий документ. Инструкция по рекультивации земель, загрязненных нефтью. РД 39-0147103-365-86. Издание ВНИИСПТнефти, – Уфа. 1987. – 24 с.

Санников, С.Н. Инвазия популяций сосны сибирской в горную тундру Северного Урала / С.Н. Санников, Н.В. Танцырев, И.В. Петрова // Сибирский экологический журнал. – 2018. – № 4. – С. 449-461.

Сафронов, О.С. Результаты исследования естественного восстановления растительного покрова на вскрышных отвалах, возникших в 1990-е годы в Республике Хакасия / О.С. Сафронова, Т.Г. Ламанова, Н.В. Шеремет // Уголь. – 2018. – № 7. – С. 68-71.

Седых, В.Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс / В.Н. Седых // Нефть и лес: экологические проблемы. – М.: Экология, 1996. – Вып. 1. – 36 с.

Седых, В.Н. Методические подходы к созданию технологий лесной рекультивации / В.Н. Седых // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – Т. 3, № 4. – С. 121-127.

Седых, В.Н. Раздувы – пустыни севера / В.Н. Седых // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – Т. 3, № 3. – С. 110-115.

Смолоногов, Е.П. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины / Е.П. Смолоногов, С.В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. – 186 с.

Стифеев, А.И. Биологическая рекультивация земель на территории КМАЗ лекции / А.И. Стифеев. – Белгород, 1988. – 31 с.

Сурсов, М.В. Изменение видового состава растительности при проведении геологоразведочных работ в районе Верхотинского месторождения алмазов / М.В. Сурсов // Экологические проблемы Севера: Межвуз. сб. науч. трудов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. – Вып. 11. – С. 81-83.

Трофимов, С.С. Биологическая рекультивация земель в Сибири и на Урале: рекомендации и экспериментальные схемы / С.С. Трофимов. – Новосибирск, 1981. – 113 с.

Тумель, В.Ф. К истории вечной мерзлоты в СССР / В.Ф. Тумель // Труды института географии АН СССР. – 1946. – Вып. 37. – С. 120-131

Указания по проведению изысканий и проектированию биологической рекультивации земель лесохозяйственного направления. – М., 1981. – 37 с.

Хамарова, З.Х. Лесомелиорация техногенных ландшафтов в условиях вертикальной зональности центральной части Северного Кавказа: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Волгоград, 2020. – 301 с.

Чайкина, Г.М. Рекультивация нарушенных земель в горнорудных районах Урала / Г.В. Чайкина, В.А. Объедкова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 268 с.

Чибрик, Т.С. Основы биологической рекультивации / Т.С. Чибрик. – Екатеринбург: Урал. гос. ун-т, 2002. – 172 с.

Чижов, Б.Е. Лекции по рекультивации нефтезагрязненных земель в Ханты-Мансийском автономном округе. – Тюмень: Тюм. гос. ун-т, 2000а. – 84 с.

Чижов, Б.Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа / Б.Е. Чижов. – Тюмень: Изд-во Ю. Мандрики, 1998. – 144 с.

Чижов, Б.Е. Особенности рекультивации загрязненных нефтью лесных и болотных почв Среднего Приобья / Б.Е. Чижов // Повышение технической надежности процессов добычи нефти в условиях Западной Сибири. – Тюмень, 1990. – С. 154-160.

Чижов, Б.Е. Растения – мелиоранты для нефтезагрязненных и засоленных почв / Б.Е. Чижов, А.И. Захаров, А.М. Шишкин // Повышение технической надежности процессов добычи нефти в условиях Западной Сибири. – Тюмень. 1990. – С. 160-164.

Чижов, Б.Е. Рекомендации по рекультивации земель лесного фонда, подверженных нефтяному загрязнению / Б.Е. Чижов. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 80 с.

Чижов, Б.Е. Рекультивация и ремедиация в лесах Западной Сибири / Б.Е. Чижов, О.А. Кулясова. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2018. – 222 с.

Чижов, Б.Е. Рекультивация нефтезагрязненных земель ХМАО (практические рекомендации) / Б.Е. Чижов. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000б. – 52 с.

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. 112-115

Шиятов, С.Г. Современная экспансия лиственницы сибирской в горную тундру Полярного Урала / С.Г. Шиятов, В.С. Мазепа // Экология. – 2015. – № 6. – С. 403-410.

Шмидт, В.М. Математические методы в ботанике / В.М. Шмидт. –Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.

Abakumov, E. Electric Resistivity of soils and Upper Permafrost Layer of the Gydan Peninsula / E. Abakumov, V. Tomashunas // Polarforschung. – 2016. – № 86 (1). – P. 27-34.

Cerniglia, C.E. Fungal oxidation of 3-methylcholanthrene: Formation of proximate carcinogenic metabolites of 3-methylcholanthrene / C.E. Cerniglia, R.H. Dodge, D.I. Gibson // Chemico-Biological Interactions. –1982a. – № 38(2). – P. 161-173.

Cerniglia, C.E. Glucuronide and sulfate conjugation in the fungal metabolism of aromatic hydrocarbons / C.E. Cerniglia, J.P. Freeman, R.K. Mitchum // Applied and Environmental Microbiology. – 1982. – № 43(5). – P. 1070-1075.

Ejarque, E. Stability and biodegradability of organic matter from Arctic soils of Western Siberia: insights from ¹³C-NMR spectroscopy and elemental analysis / E. Ejarque, E. Abakumov // Solid Earth Discussions. – 2016. – № 7(4). – P. 3021-3052

Fomin, V. Reconstruction of the expansion of Siberian larch into the mountain tundra in the Polar Urals in the 20 th-early 21 st centuries / V. Fomin, A. Mikhailovich, D. Golikov, E. Agapitov // Forests. – 2022. – V. 13(3). – Поряд. № 419.

Gigunov, A.V. Rural forests of Russia: past, present and future. Materials of International symposium / A.V. Gigunov, B.M. Stepanov. – St. Peterburg: SPb FRI, 2004. – 195 с.

Hagedorn, F. Latitudinal decline in stand biomass and productivity at the elevational treeline in the Ural mountains despite a common thermal growth limit / F.

Hagedorn, M.A. Dawes, M.O. Bubnov, M.M. Devi, A.A. Grigoriev, V.S. Mazepa, S.G. Shiyatov, P.A. Moiseev, Z.Y. Nagimov // *Journal of Biogeography*. – 2022. – V. 47, № 8. – P. 1827-1842.

Hughes, D.E. The microbial degradation of oil in the sea / D.E. Hughes, P. McKenzie // *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. – 1975. – 189(1096). – P. 375-90

Ivanova, N.S. Impact of climate changes, timber harvesting, and fires on boreal forests (Example of the Ural Mountains, Russia) / N.S. Ivanova // *Sustainable Bioresource Management*. – New York, Apple Academic Press, 2020. – P. 29-52.

James, N.D. Afforestation of industrial waste lands / N.D. James // *Quarterly journal of forestry*. – 1953. – № 3. – S. 170-179.

Kabikova Y. Dynamics of longitudinal growth of end roots in some woody plants / Y. Kabikova // *Int. symp. on biology of woody plants*. – Bratislava: Publ. House Slovak Acad. Sciences. – 1973. – P. 361-370.

Lyr H. *Gehözüphysiologie*. / H. Lyr, H. Polster. H.J. Fiedler. – Jena: VEB Gustav Fischer Verlag. 1967. – S. 444.

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 c.

Novak, J. Open-pit coal mines: anthropogenic stressors and vegetation succession / J. Novak, J. Steklova, J. Ceska // *Cereal research communications*, 2009. V. 37. Pp. 485–488.

Ortiz, O. Improving substrate fertility to enhance growth and reproductive ability of a *Pinus halepensis* Mill. afforestation in a restored limestone quarry / O. Ortiz, G. Ojeda, J.M. Espelta, J.M. Alcaniz // *New Forests*. – 2012. – Volume 43, Issue 3. – P. 365-381.

Perry, J.J. Microbial metabolism of cyclic hydrocarbons and related compounds / J.J. Perry // *CRC critical reviews in microbiology*. – 1977. – № 5(4). – P. 387-412.

Pietrzykowski, M. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) site index in relation to physico-chemical and biological properties in reclaimed mine soils / M. Pietrzykowski, J. Socha, N.S. von Doorn // *New Forests*. – 2015. – № 46. – P. 247-266.

Price, L. Crude oil degradation as an explanation of the depth rule / Leigh C. Price // *Chemical Geology*. – 1980. – T. 28. – P. 1-30.

Raymond, R.L. Oil degradation in soil / B.L. Raymond, J.O. Hudson, V.W. Jamison // *Applied and environmental microbiology*. – 1976. – Vol. 31(4). – P. 552-535.

Shirk, A.J. Southwestern white pine (*Pinus strobiformis*) species distribution models project a large range shift and contraction due to regional climatic changes / A.J. Shirk, S.A. Cushman, K.M. Waring, C.A. Wehenkel, A. Leal-Saenz, C. Toney, C.A. Lopez-Sanchez // *Forest Ecology and Management*. – 2018. – V. 411. – P. 176-186.

Torbert, J.L. Minesoil factors influencing the productivity of new forests on reclaimed surface mines in southwestern Virginia / J.L. Torbert, J.A. Burger, W.L. Damiels // *Mine Drainage and Surface Mine Reclamation*. – 1988. – Vol. II: Mine Reclamation, Abandoned Mine Lands and Policy Issues. – C. 63-67.

Wang, X. Vegetation Development on Coal Waste Pile in Panyi Coal Mine / X. Wand, L. Chu, Zh. Chu, Zh. Dong // *Asian journal of chemistry*. – 2013. – V. 25, № 10. – Pp. 5778–5780.

Ward, D.M. Anaerobic metabolism of hexadecane in marine sediments / D.M. Ward, I.D. Brock // *Geomicrobiology Journal*. – 1978. – № 1. – P. 1-9.

Zalesov, S.V. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia / S.V. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova, A.S. Opletaev // *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. – 2020. – № 35(1). – P. 7-14.

Zhou, W. Spatiotemporal dynamics of encroaching tall vegetation in timber-line ecotone of the Polar Urals Region, Russia / W. Zhou, V. Mazepa, S.V. Shigatov, Yu. Shalaumova, T. Zhang, D. Liu, A. Sheshakov, L. Wang, H.E. Sharif, V. Ivanov // Environmental Research Letters. – 2022. – V. 17, № 1. – № 014017.