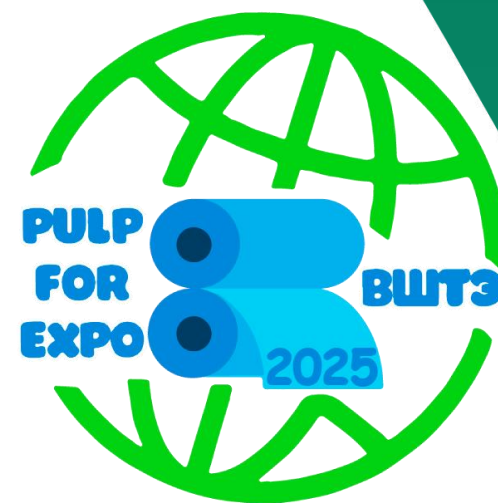


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики»

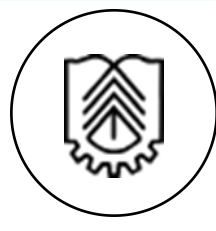
VII Международная научно-техническая конференция
Учёных и специалистов ЦБП
«Современная целлюлозно-бумажная промышленность.
Актуальные задачи и перспективные решения»



МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (НДТ) ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ КАРЬЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТХОДОВ V КЛАССА ОПАСНОСТИ

**Васильев Михаил Владимирович
аспирант ВШТЭ СПбГУПТД**

Санкт-Петербург,
24 – 25 ноября 2025 года



Ключевые вопросы, связанные с рекультивацией отработанных карьеров продуктом «Экосмесь».



Проблематика:

Отсутствие свободных емкостей для размещения всех строительных отходов на действующих полигонах ТБО и планируемых к вводу КПО;
Необходимость рекультивации карьеров.

Анализ отходов строительных грунтов:
Определение степени токсичности (класс опасности)
Определение степени загрязнения тяжелыми металлами в различных формах



Строительные отходы:

Отходы (код ФККО 8 11 100 00 00 0 0)

отходы 5 класса согласно (код 8 11 100 01 49 5) - 3,97 млн. тонн, что в объеме всех

Отходы 5 класса согласно (код 8 11 100 01 49 5) - 3,97 млн. тонн, что в объеме всех отходов составляет 53,7 % и значительно превышает объем образования ТКО (2,9 млн. тонн)

После детального анализа грунта (еще на стадии котлована) в ходе проектно-изыскательских работ определяется способ утилизации и методология его реализации.



Порядок и способы определения возможности использования отходов грунтов для рекультивации карьера

Этап изысканий:

- степень токсичности (класс опасности);
- химический анализ содержания тяжелых металлов (валовой и подвижной форм) в грунте;
- морфология и pH грунтов

для этого

бурение скважин с отбором проб

картирование по зонам (в зависимости от типа и степени загрязнённости)

натурные и лабораторные исследования



Экспресс анализ для дополнительного контроля содержания тяжелых металлов в грунте в полевых условиях



Анализатор тяжелых металлов почвы TrueX 700/TrueX 760 или аналог

✓ позволяет в течение 3-7 мин определить требуемые показатели, таких как например содержание тяжелых металлов



Доизучение грунтов в случае существенного превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) возможно далее в лабораторных условиях





Пример варианта сравнения результатов лабораторных испытаний
продукта «Экосмесь» с нормативами из технических условий (ТУ)

Показатели, отобранные для пробы	Результаты испытаний по протоколу	ПДК			Превышение ТУ
		pH 4,0	pH = 5,1-6,0	pH >=6,0	
pH солевой вытяжки	6,94				
Подвижные формы, мг/кг:					
кобальта	2,3	5,0			Нет
марганца	230	300	400	500	Нет
меди	6,3	3			В 2,1 раз
никеля	2,3	4			Нет
свинца	5,9	6			Нет
цинка	6,6	23			Нет
хрома	1,4	6			Нет



Профильная деятельность ООО «СК «Модуль»

Разработка месторождения песков «Залесье» в Ломоносовском районе Ленинградской области на основании лицензии ЛОД 47264 ТР от 20.02.2016 г.



Согласно требованиям лицензионного соглашения (пункт (з) лицензии ЛОД 47264 ТР), **недропользователь обязан выполнить работы по рекультивации выработанного пространства карьера.**

Основной задачей рекультивации является возвращение в хозяйственный оборот земель, нарушенных ранее горными работами

Категория нарушенных земель, подлежащих рекультивации – земли лесного фонда

Правообладатель нарушенных земель - Комитет по природным ресурсам Ленинградской области.

Рекультивации выбирается по результатам анализа природных условий территории и района работ, обобщенных данных ландшафтных и экологических данных с учетом категории земель в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59060- 2020.



Последовательность работ по рекультивации выработанного пространства карьера «Залесье»

Цель - создание благоприятных условий для посадки саженцев лесных культур и реализации второго этапа рекультивация – биологического.

Горнотехнический этап рекультивации:

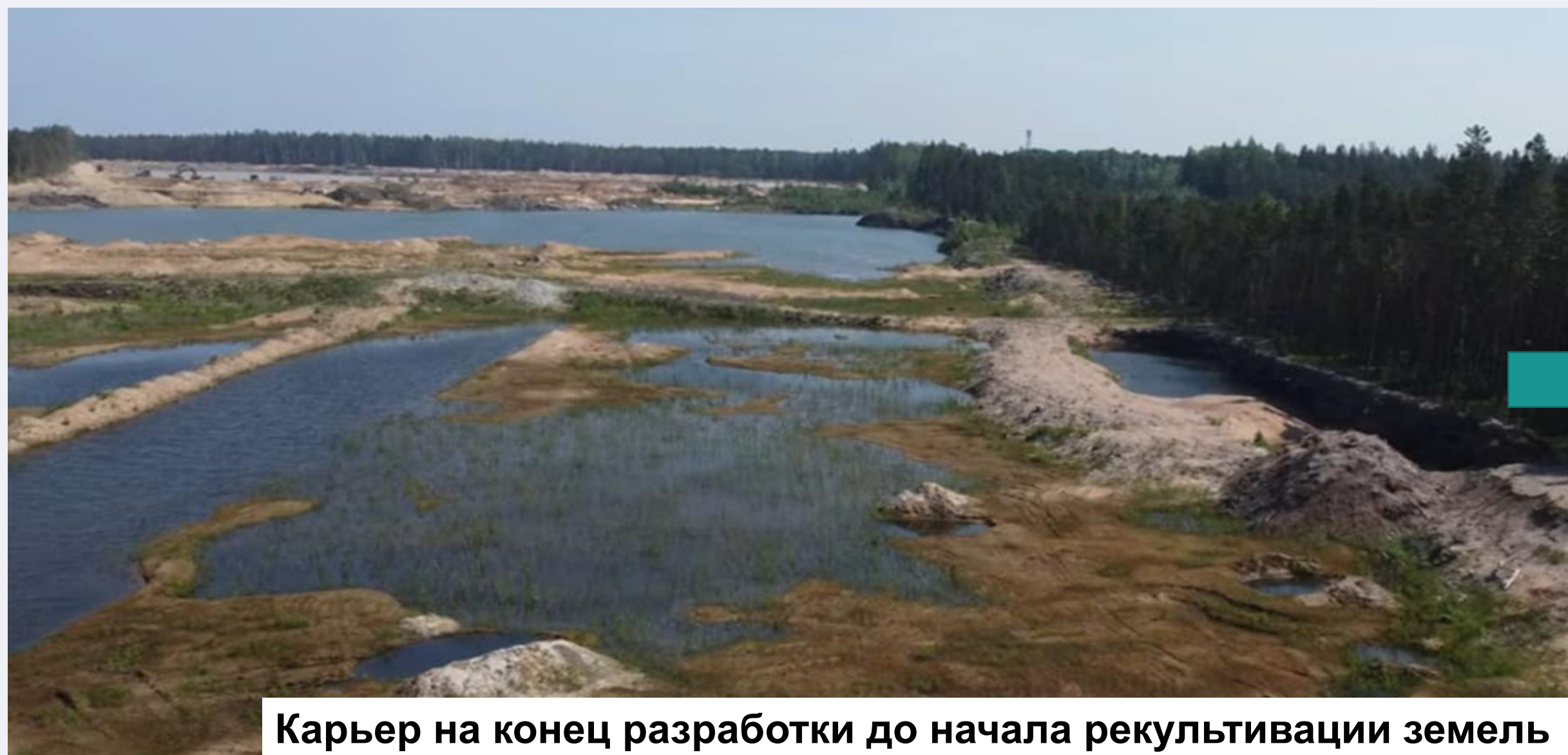
- демонтаж временных сооружений, технологического оборудования, инженерных сетей и их вывоз с территории месторождения;**
- заполнение отработанной части карьера продуктом «Экосмесь» до уровня поверхности земли для восстановления естественного ландшафта;**
- равномерное планирование территории нарушенного земельного участка;**
- нанесение плодородного слоя почвы за счет складирования вскрышных пород и продукта «Экосмесь»;**
- мелиоративная подготовка, прокладка водоотводящих канав;**
- противоэрозионная организация территории;**
- организация противопожарных мероприятий.**

Биологический этап рекультивации:

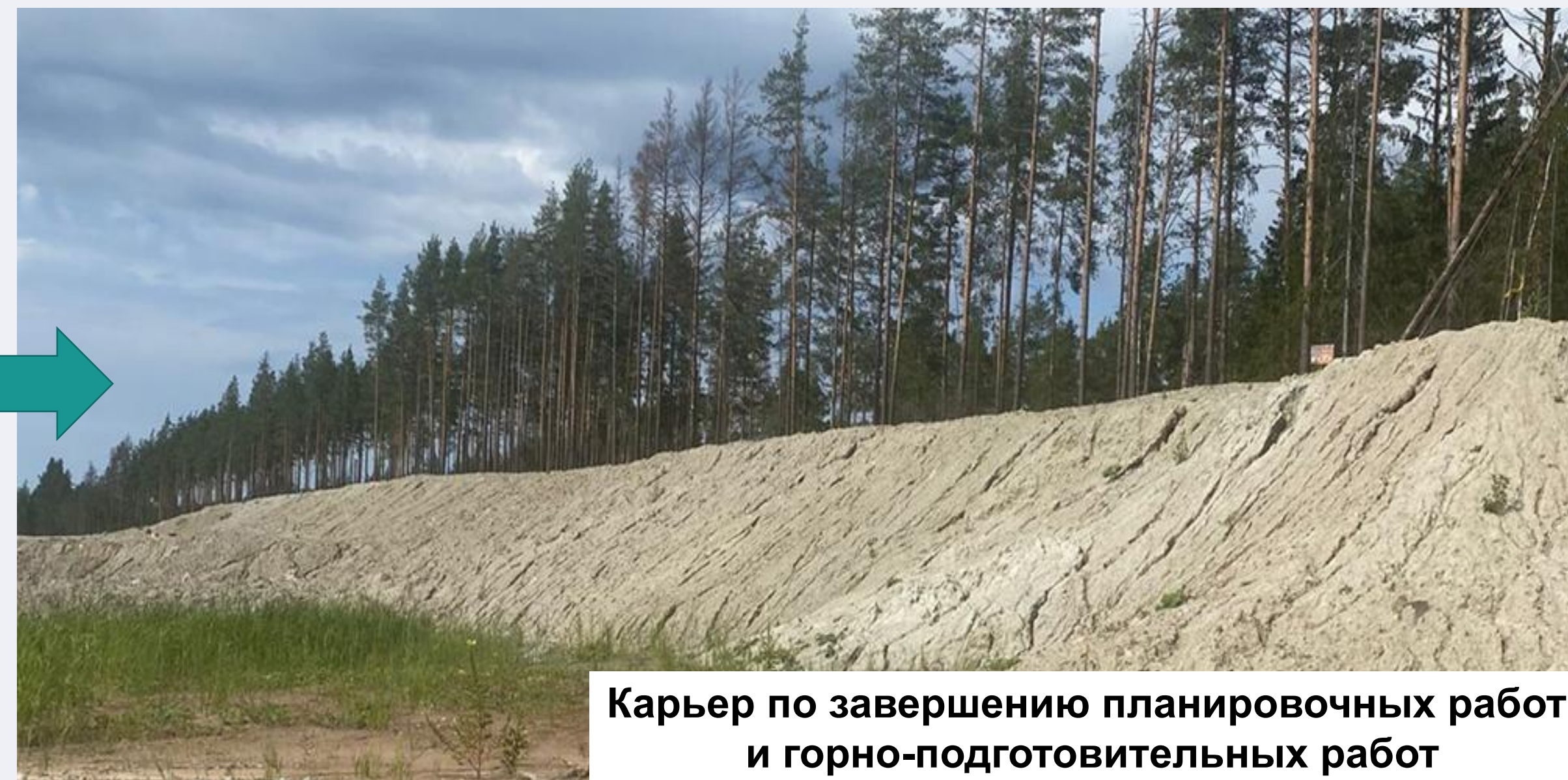
- подготовка почвы;**
- посадка лесных культур сеянцами сосны ОКС;**
- уход за лесными культурами**



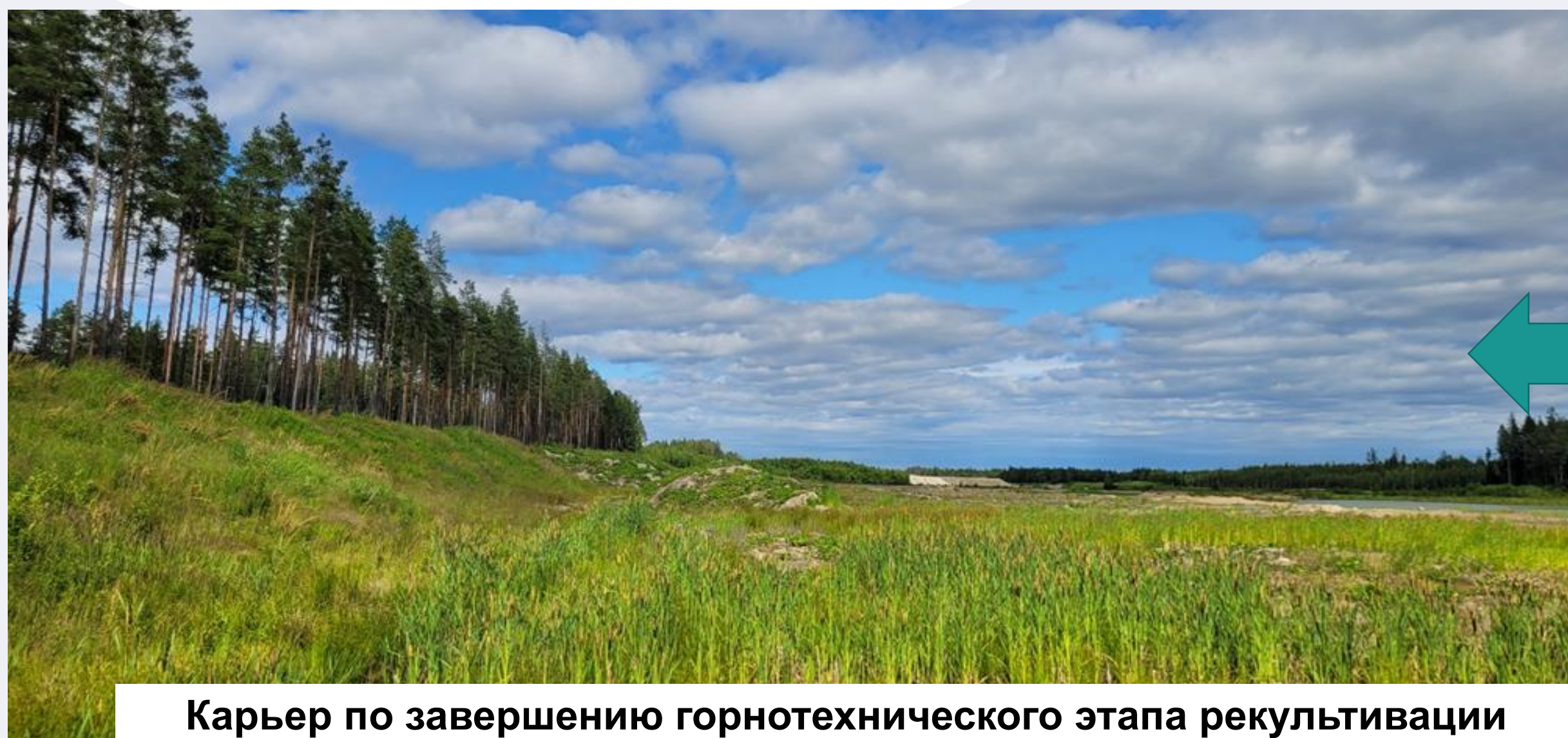
Этапы и последовательность работ по горно-техническому этапу рекультивации карьера «Залесье»



Карьер на конец разработки до начала рекультивации земель



Карьер по завершению планировочных работ и горно-подготовительных работ



Карьер по завершению горнотехнического этапа рекультивации



Карьер по складированию вскрышных пород и продукта Экосмесь

Подготовка почв под лесные культуры

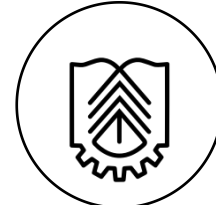
Цель - обеспечение оптимальных условий для приживаемости, роста культур и возможность комплексной механизации процесса лесовосстановления.



Лесной участок до посадки лесных культур

- ✓ Подготовка почвы плужными бороздами осуществляется плугами ПКЛ-70 и ТДТ 55.
- ✓ При посадке в дно борозды обработка почвы выполняются одновременно с посадкой.
- ✓ Расстояние между центрами борозд составляет от 3,0 до 5 м.
- ✓ Глубина обработки почвы составляет 20-30 см.

Необходимость анализа ситуации в весенний период после нанесения почвенно-растительного слоя:
Создались ли благоприятные условия для посадки лесных культур?



Технологические особенности посадки лесных культур на карьере «Залесье»

Для Ломоносовского лесничества основной лесообразующей древесной породой является **Сосна обыкновенная**, которая предпочтительна для посадки на песчаных почвах.

1

Посадка лесных культур проводится в весенне-осенний период.

2

Схема размещения посадочных мест на участке, определяющая густоту лесных культур составляет, при ширине междурядий в зависимости от типа лесорастительных условий 3,0-5,0 м, шаг посадки от 0,7 до 1,1 м.

3

В качестве посадочного материала используются двух-трех летние сеянцы сосны с открытой корневой системой, в количестве не менее 3,0 тыс. шт./га. Схема смешения пород – чистая, 10С С-С-С.

4

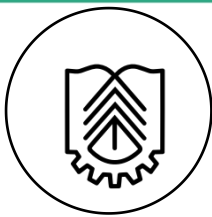
Способ лесоразведения – посадка вручную под меч «Колесова».

5

По периметру участка с лесными культурами создается минерализованная полоса шириной не менее 1,5 м.

6

После посадки (при необходимости) проектируются дополнения лесных культур (посадка взамен погибших сеянцев).



Технологии ухода за лесными культурами на карьере «Залесье»

Зависимость числа уходов от ряда факторов:

почвенно- климатические
условия

биологические особенности
древесных и кустарниковых
пород

возраст посадочного материала

ширина междурядий,
определяющих сроки смыкания
лесных культур

- ✓ Рыхление почвы
- ✓ Прополка травянистой растительности
- ✓ Обработка почвы бороздами
- ✓ Регулярный полив саженцев
- ✓ Подкормка удобрениями

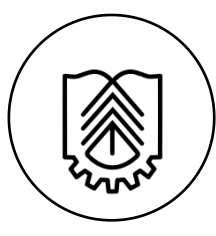


Лесной участок по завершению биологической рекультивации



Экономическая составляющая
реализации проекта рекультивации карьера «Залесье»

Параметр	Значение	Примечания
1. Рекультивация карьера		
Общий требуемый объем грунта, млн. м³	16,1	
Объем вскрышных пород месторождения, млн. м³	1,0	Собственные ресурсы
Требуемый дополнительный объем грунта, млн. м³	15,1	$15,1 = 16,1 - 1,0$
Средняя стоимость грунта с доставкой, руб./м³	500	
Прямые затраты на рекультивацию, млн. руб.	7 550	$7\,550 = 15,1 * 500$
2. Добыча песка		
Балансовые запасы песка, млн. м³	15,1	
Средняя отпускная цена песка, руб./м³	350	
Общая выручка от продажи песка, млн. руб.	5 250	$5\,250 = 15,1 * 350$
3. Финансовый итог		
Соотношение: Затраты на рекультивация / Выручка от песка	~ 1,43	$7\,550 / 5\,250 \approx 1,43$



Технология, обеспечивающая экономическую целесообразность рекультивации карьера

Предлагается использовать для рекультивации помимо собственных вскрышных пород, продукт «Экосмесь» (ТУ 23.99.19-001-35758845-2019), полученный в ходе обработки и утилизации отходов строительных грунтов в соответствии с Технологическим регламентом

Это позволит повысить экономическую целесообразность проекта при соблюдении экологических требований и в конечном счете реализовать лесохозяйственное направление рекультивации карьера «Залесье».

**Спасибо
за внимание**