

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт природных ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

Кафедра геоэкологии и геохимии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Рекультивация нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (ЯНО)</b>

УДК 622.276:622.88(571.121)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Алеев И.Р.		

Руководитель

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ведущий инженер РГПК УБП ОАО «Томскнефть» ВНК	Фоминых Д.Е.	к.г.-м.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПР	Цибулькинова М.Р.	к.г.-н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Крепша Н.В.	к.г.-м.н		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Геоэкологии и геохимии	Язиков Е. Г.	д.г.-м.н		

Томск – 2016 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов

Направление подготовки 022000 «Экология и природопользование»

Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ (Подпись)

\_\_\_\_\_ (Дата)

Язиков Е.Г.

(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Г21	Алееву Ильшату Ренатовичу

Тема работы:

«Рекультивация нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (ЯНАО)».

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31.05.2016

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Материалы летней производственной практики III курса (2015 г.). Техническая документация на производство работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель ООО «СПК», ООО «Дарвин-Сервис», ООО «Экойл».
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Введение Глава 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика района Сугмутского нефтяного месторождения (ЯНАО). Характеристика геоэкологических условий Сугмутского нефтяного месторождения. Глава 2. Технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель. Глава 3. Рекультивация нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении. Глава 4. Социальная ответственность при рекультивации нефтезагрязнённых земель на сугмутском нефтяном месторождении (ЯНАО)»

	Глава 5. Расчет затрат на проведение работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель Сугмутского нефтяного месторождения (ЯНАО) Заключение Литература Приложения
<b>Перечень графического материала</b>	Обзорная схема Сугмутского нефтяного месторождения.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	кандидат географических наук, доцент кафедры экономики природопользования Цибульников М.Р.
Охрана труда, промышленная и экологическая безопасность (HSE).	кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Крепша Н.В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<b>На русском:</b> Введение Глава 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика района Сугмутского нефтяного месторождения ЯНАО. Характеристика геоэкологических условий Сугмутского нефтяного месторождения. Глава 2. Технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель Глава 3. Рекультивация нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении Глава 4. Социальная ответственность при рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (ЯНАО)» Глава 5. Расчет затрат на проведение работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель Сугмутского нефтяного месторождения (ЯНАО) Заключение Литература Приложения	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	19.02.2016
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ведущий инженер РГПК УБП ОАО «Томскнефть» ВНК	Фоминых Д.Е.	кандидат геолого-минералогических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г21	Алеев Ильшат Ренатович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Социальная ответственность при рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (ЯНАО)

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г21	Алееву Ильшат Ренатовичу

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	Работы проходили на территории Сугмутского нефтяного месторождения (Тюменская область, ЯНАО). Работы проводились в июне – июле 2015г. Температура воздуха 20 <sup>0</sup> С. Скорость и направление ветра 7 м/с, юго-западное. Работы велись в светлое время суток с использованием оборудования для сбора нефтепродуктов и ручного инструмента.
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	Анализ выявленных вредных факторов: 1.Отклонение показателей климата на открытом воздухе; 2.Тяжесть и напряженность физического труда; 3.Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися. Анализ выявленных опасных факторов: 1.Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов; 2. Пожарная и взрывная безопасность.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Пожарная безопасность. Рассмотрение причин и мероприятий по предотвращению возникновения пожароопасной ситуации.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Учёная степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент каф. ЭБЖ	Крепша Нина Владимировна	кандидат геолого-минералогических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г21	Алеев Ильшат Ренатович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Расчет затрат на проведение работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель Сугмутского  
нефтяного месторождения (ЯНАО)

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г21	Алееву Ильшату Ренатовичу

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):	Расчет затрат на проведение работ по рекультивации НЗЗ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	МДС 81-35.2004 [49]; Постановление правительства ЯНАО [50]; МДС 83-1.99.2005 [52]
3. Используемые данные для составления расчета затрат на проведение работ по рекультивации	Выданы: ООО «Стрежевская промышленная компания».

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

Состав затрат на рекультивацию НЗЗ	Рассмотрение основных частей, составляющих затраты на рекультивацию НЗЗ
Расчет затрат на рекультивацию НЗЗ	Подробный расчёт: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Транспортных затрат;</li> <li>• Заработной платы;</li> <li>• Материальных затрат;</li> <li>• Общий расчет сметной стоимости работ по рекультивации</li> </ul>

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Учёная степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры ЭПР	Цибулькинова Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г21	Алеев Ильшат Ренатович		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 122 с., 6 рис., 15 табл., 5 приложений, 54 источника.

Ключевые слова: МИКРООРГАНИЗМЫ-ДЕСТРУКТОРЫ НЕФТИ, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫЕ ЗЕМЛИ, НЕФТЬ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ.

Объект исследований – технология рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти.

Цель дипломной работы – изучение существующих видов рекультивации нефтезагрязнённых земель, а также особенностей технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти.

В работе даны рекомендации по улучшению качества рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти. Также по материалам производственной практики написана статья «Повышение качества работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель в Западной Сибири». Тезисы статьи были представлены на V научно – практической конференции для студентов, аспирантов и молодых учёных «Природопользование и охрана природы» в НИ ТГУ. Получен сертификат участника.

Произведён расчет затрат на проведение работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель Сугмутского нефтяного месторождения (ЯНО).

Работа имеет практическую значимость и может быть интересна специалистам природоохранных служб нефтедобывающих предприятий, сотрудникам государственных природоохранных органов исполнительной власти, а также всем интересующимся экологической обстановкой в районах добычи нефти.

## Оглавление

Термины.....	9
Сокращения.....	10
Введение .....	11
Глава 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика района Сугмутского нефтяного месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ) ....	13
1.1 Физико-географическая характеристика района работ .....	13
1.1.1 Геология и геоморфология .....	15
1.1.2 Климат и агроклиматические ресурсы .....	18
1.1.3 Гидрология .....	20
1.1.4 Почвы .....	21
1.1.5 Растительный покров .....	22
1.1.6 Животный мир .....	24
1.2 Геоэкологическая характеристика района работ.....	26
1.2.1 Особенности развития экономики .....	26
1.2.2 Характеристика природных сред.....	32
1.2.3 Эпизоотическая обстановка по заболеваниям животных .....	38
1.2.4 Уровень заболеваемости населения .....	38
1.2.5 Радиационная обстановка .....	39
Глава 2. Технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель .....	41
2.1 Свойства и характеристики нефти .....	41
2.1.1 Основные физико-химические нефти .....	41
2.1.2 Плотность нефти и нефтепродуктов .....	42
2.1.3 Молекулярная масса (молекулярный вес), вязкость .....	43
2.1.4 Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения .....	45
2.1.5 Температура застывания, помутнения и начала кристаллизации .....	46
2.1.6 Электрические свойства нефти .....	47
2.1.7 Оптические свойства нефти.....	47
2.1.8 Растворимость и растворяющая способность нефти .....	48
2.2 Методы рекультивации нефтезагрязнённых почв.....	48
2.2.1 Механические методы .....	49
2.2.2 Физико-химические методы .....	50
2.2.3 Микробиологические методы .....	58
2.2.4 Агротехнические методы .....	64
2.2.5 Фитомелиоративный метод .....	69

Глава 3. Рекультивация нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (Ямало-Ненецкий автономный округ) .....	41
3.1 Краткая характеристика и законодательная база технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении .....	74
3.2 Этапы рекультивации нефтезагрязнённых земель .....	75
3.2.1 Подготовительный этап.....	75
3.2.2 Основной этап.....	79
3.2.3 Внесение раскислителей .....	83
3.2.4. Фитореккультивация нефтезагрязнённых участков .....	85
3.3 Доработка участка .....	86
3.4 Повышение качества работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель в Западной Сибири .....	88
Глава 4. Социальная ответственность при рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (Ямало-Ненецкий автономный округ).....	91
4.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	93
4.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности).....	96
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	96
Глава 5. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» .....	103
Расчёт затрат на проведение работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель Сугмутского нефтяного месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ).....	103
Заключение.....	107
Приложение А .....	114
Приложение Б .....	116
Приложение В.....	118
Приложение Г .....	120
Приложение Д.....	121

## Термины

**Азофоска** (нитроаммофоска, NPK) – это высокоэффективное экономичное комплексное удобрение, предназначенное для внесения под различные сельскохозяйственные культуры и практически в любые грунты.

**Аммофос** – гранулированный безнитратный концентрированный продукт, не содержащий посторонних примесей. Водорастворимое азотно-фосфорное удобрение бело-серого цвета с высокой концентрацией питательных веществ. Предназначен для сельского хозяйства.

**Инокулят** (посевной материал) – суспензия живых клеток, вводимая в питательную среду с целью получения новой культуры микроорганизма. Для получения жидких культур объем и составляет обычно 4—10 % от объема питательной среды.

**Криогенные процессы** — Совокупность физических и физико-химических процессов, возникающих в породах в результате охлаждения их до отрицательных температур, замерзания и оттаивания.

**Мелиорация** (от лат. *melioratio* - улучшение) – совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных на коренное улучшение земель.

**Нефть** - (от персидского нефть - воспламеняться вспыхивать,) – маслянистая, горючая жидкость со специфическим запахом от бледно – коричневого (почти бесцветного) до темновато – коричневого (почти черного) цвета.

**Рекультивация** – комплекс мер, направленных на восстановление природных объектов, нарушенных в результате природнохозяйственной деятельности человека.

**Сидеральные культуры** – это удобрение, которое получается в результате запахивания в почву растительной массы, обогащая почву азотом, улучшают тепловой, почвенный и воздушный режим.

**Сырая нефть** - жидкая природная ископаемая смесь углеводородов обширного физико - химического состава, содержащая воду, растворенный газ

механические примеси, минеральные соли, и служит важнейшим сырьем для производства жидких энергоносителей (керосина, бензина, дизельного топлива, мазута), смазочных масел, битума и кокса.

**Товарная нефть** – нефть, подготовленная к поставке потребителю в соответствии с запросами функционирующих нормативов и технических документов, принятых в установленном порядке.

### Сокращения

АКН - Автоцистерна для сбора конденсата нефти

БАУ – Берёзовый активированный уголь

БИГ – Борона игольчатая гидрофицированная

БШ – Болотоход шагающий

ДВП – Древесноволокнистая плита

ДНС – Дожимная насосная станция

МД – Микроорганизмы-деструкторы

ММП – Многолетнемёрзлые породы

НЗЗ – Нефтезагрязнённые земли

НПС – Нефтеперекачивающая станция

ОЛАП – Отряд ликвидации аварийных последствий

ПВН - Плуг навесной с вращающимися отвалами

ПДК – Предельно-допустимая концентрация

ПЛН – Плуг лемешный навесной

ППН – Пункт перекачки нефти

ППР – Проект производства работ

ПР – Плуг для рекультивации

ЦППН – Цех подготовки и перекачки нефти

ЦТОиРТ – Цех технологического обслуживания и ремонта трубопроводов

## Введение

Нефтегазодобывающая отрасль производства является основой экономики России. Основной объём добычи нефти приходится на Западную Сибирь. Добыча нефти осуществляется в Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском автономных округах, Тюменской, Томской, Омской и Новосибирской областях. Ежегодно сотни гектар земли в Западной Сибири подвержены загрязнению нефтью.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в нынешнее время добыча и транспортировка нефти увеличивается высокими темпами, оставляя за собой миллионы тонн разлитой нефти. Рекультивация этих земель обязательна и этому уделяется очень пристальное внимание.

Предметом исследований является технология рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти. Следующим этапом исследований стал анализ эффективности рекультивации и проведение рекомендаций по улучшению работ по рекультивации.

Цель дипломной работы – изучить существующие виды рекультивации нефтезагрязнённых земель, а также раскрыть особенности технология рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти.

Задачи дипломной работы:

- Изучить существующие виды рекультивации нефтезагрязнённых земель;
- Подробно разобрать технологию рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти.
- В работе дать рекомендации по улучшению качества рекультивации нефтезагрязнённых земель.

Данные работы могут быть использованы в качестве источника информации о рекультивации НЗЗ при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти. Работа имеет практическую значимость и может быть интересна специалистам природоохранных служб нефтедобывающих предприятий, сотрудникам государственных природоохранных органов исполнительной

власти, а также всем интересующимся экологической обстановкой в районах добычи нефти.

Экономической эффективности данная работа не имеет, так как была выполнена в виде бакалаврской работы по рассмотрению видов рекультивации и технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти.

# **Глава 1. Административно-географическая и природно-климатическая характеристика района Сугмутского нефтяного месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ)**

## **1.1 Физико-географическая характеристика района работ**

Ямало-Ненецкий автономный округ основан 10 декабря 1930 года в составе Тюменской области. С 31 марта 1992 года округ является субъектом Российской Федерации. Автономный округ входит в состав Уральского федерального округа. Административный центр – город Салехард.

Территория автономного округа располагается в арктической зоне Западно-Сибирской равнины, а также на восточных склонах гор Полярного и Приполярного Урала. Существенную часть территории автономного округа составляют полуострова Тазовский, Ямал и Гыданский, поделенные Обской и Тазовской губами. В состав территории автономного округа также введена группа островов в Карском море (Вилькицкого, Белый, Шокальского, Олений, Неупокоева, и др.).

Площадь автономного округа 769,25 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет около 53 % Тюменской области. Вся территория автономного округа относится к территории Крайнего Севера (более половины территории находится за Полярным кругом). Протяжённость автономного округа с севера на юг – 1150 км, с запада на восток – 1130 км.

На западе автономный округ граничит с Ненецким автономным округом Архангельской области, с Республикой Коми, на юге с Ханты-Мансийским автономным округом Тюменской области, на востоке – с Красноярским краем. Северная граница округа, омываемая водами Карского моря, имеет протяженность 5100 километров и является частью Государственной границы Российской Федерации (около 900 километров).

Природно-климатические условия Крайнего Севера оказывают существенное воздействие на жизнедеятельность людей, формирование всего комплекса производственной и общественной инфраструктуры.

Территория автономного округа характеризуется малой заселенностью и

большой контрастностью в размещении народонаселения, средняя плотность составляет 0,7 человек на км<sup>2</sup>. Более густо населены зоны вдоль железнодорожных линий и речных транспортных артерий (до 5-10 человек на км<sup>2</sup>), наряду с этим имеются малообитаемые территории проживания немногочисленных народов Севера, где плотность народонаселения уменьшается до одного человека на 10 и более км<sup>2</sup>.

Округ относится к числу высоко урбанизированных регионов России. Доля городского населения составляет около 84 %. В соответствии с Законом Ямало-Ненецкого автономного округа от 6 октября 2006 года № 42-ЗАО в состав автономного округа непосредственно входят 7 городов окружного значения и 7 муниципальных районов, которые включают в себя 4 городских поселения и 80 сельских поселений.

Количество жителей автономного округа по состоянию на конец 2014 года составляла 540,0 тыс. человек, в том числе: городского населения 452,6 тыс. человек; сельского населения 87,4 тыс. человек.

Ямало-Ненецкий автономный округ – территория проживания малочисленных народов Севера: ханты, ненцев, манси и селькупов, эвенков и др., общая численность которых – около 40 тыс. человек. Несмотря на повышение абсолютного их числа, часть в общей численности населения округа остается относительно невысокой и составляет 7,0 процентов, кочевой образ жизни ведут 40 процентов от всего местного населения [1].



Рисунок 1 – Ямало-Ненецкий автономный округ на карте России [2]

### **1.1.1 Геология и геоморфология**

В соответствии с морфоструктурным районированием Западно-Сибирской равнины территория Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) приурочена к Пурской низменности и представляет плоско-волнистую озерно-аллювиальную равнину. Район работ приурочен к третьей надпойменной террасе с относительной высотой 30-40 м. Рельеф территории имеет сильное расчленение озерами – расстояние между соседними понижениями рельефа составляют 0,6-1,2 км, изрезанность долинами рек и овражно-балочной сетью характеризуется средними значениями (1,8-2,4 км). Глубина расчленения рельефа, т.е. максимальное превышение водоразделов над урезами рек, незначительна – не превышает величины 10 м.

Территория характеризуется равнинностью, преобладанием слабо дренированных участков, сложена глинистыми грунтами, которые при преобладающих процессах аккумуляции с многолетней мерзлотой создают благоприятные условия для развития множества озёр и крупных озёрных массивов.

На озёрах наблюдается интенсивное разрушение берегов и оползание талых грунтов по склонам. Когда озёра попадают в состав речной сети и вода

из них сбрасывается речками, то возникают осушенные заболоченные котловины (хасыреи). Местами на их дне расположены более мелкие озёра серпообразной или кольцевой формы, возникшие вследствие пучения и термокарста.

Характерны пучинные формы рельефа, образующиеся путем миграции воды из неглубоко залегающих водоносных горизонтов. Многие бугры пучения приурочены к безлесным участкам надпойменных террас. Склоны выражены отчетливо и покрыты зарослями ивы и карликовой берёзы.

Абсолютные отметки поверхности варьируют от 0 до 100 м, понижение происходит в восточном направлении, в сторону р.Пур.

По геокриологическим условиям территория находится в северной части Пуровской области, и в целом несет в себе основные черты, присущие зоне.

Область характеризуется прерывистым по площади и в разрезе распространением многолетнемёрзлых пород (ММП). Острова мёрзлых пород приурочены в основном к массивам торфяников, развитых как в поймах рек, так и на террасах. Массивно-островные ММП отсутствуют (или залегают на глубине до 20 м) на придолинных дренированных участках речных террас и гривистой пойме, под руслами рек и днищами озер.

Температуры мёрзлых пород ( $t_{cp}$ ) изменяются от 0 до  $-4^{\circ}C$ . Залесенные участки поймы характеризуются  $t_{cp}$  0 -  $1^{\circ}C$ . Наиболее низкие  $t_{cp}$  типичны для низких и бугристых торфяников надпойменных террас:  $-2, -3^{\circ}C$ , для пойменных торфяников характерны  $t_{cp}$   $0,0,5^{\circ}C$ .

В области распространены почти все типы разрезов мерзлых толщ. Сплошные по вертикали мощностью около 200 метров редки для II надпойменной террасы – их мощность не превышает 150 метров. Двухслойные толщи развиты достаточно широко. Они отмечаются на пойме, I и II террасах и изменяются в соответствии с широтной зональностью и достигают до 60-100 на пойме; до 80-120 м на надпойменных террасах. Кровля второго слоя залегают на глубинах от 100 до 200 м, а в пределах террас – менее 100 метров. Мощность

глубокозалегающих толщ изменяется от 100-200 метров на террасах до менее 100 метров – на пойме.

В пределах области происходило протаивание в голоценовый оптимум, поэтому широко распространены эпигенетические толщи. Маломощные (2-3 м) сингенетические отложения развиты на участках современной аккумуляции на высокой пойме р. Пур и его притоков и на всех надпойменных террасах, где развиты обширные массивы торфяников. На севере области ледяные линзы мощностью 1-3 метра встречаются в основании полигональных торфяников на I террасе. Небольшое распространение на севере области имеют ПЖЛ (повторно-жильные льды) мощностью 2-2,5 м.

На рассматриваемой территории представлен довольно широкий спектр экзогенных (включающих криогенные) процессов. В ненарушенных природных условиях в настоящее время почти все экзогенные процессы характеризуются довольно низкими скоростями своего развития.

Криогенные процессы (льдообразование, пучение, морозобойное растрескивание грунтов, термокарст, термоабразия, солифлюкция, термосуффозия, сезонное и многолетнее новообразование мерзлых и талых пород) соседствуют с такими характерными для более умеренных широт экзогенными процессами как: склоновая, русловая и овражная эрозия грунтов, склоновые перемещения грунтов, дефляция, суффозия, заболачивание и торфообразование. Криогенные процессы формируют специфические формы мерзлотного мезо- и микрорельефа, которые в пределах территории ЯНАО представлены следующими основными типами: солифлюкционно-оползневой, мелко- и крупнобугристый, термокарстовый и мезорельеф площадей или бугров пучения грунтов.

На склонах, сложенных льдистыми суглинисто-супесчаными грунтами, развиты солифлюкционно-оползневые процессы. Полигональные формы микро- и мезорельефа обусловлены криогенным растрескиванием сезонно-промерзающих грунтов, температурным расширением мерзлых пород при

нагревании в летнее время, приводящим к деформациям поверхности, которая приобретает мелко-, средне- и крупнобугристый вид.

Термокарст и сопутствующие озёрному термокарсту термоабразионные процессы из-за слабого развития на территории района сильнольдистых грунтов и крупных форм подземного льда протекают крайне медленно. Термоэрозионные процессы на территории слабо развиты.

Недра Ямало-Ненецкого автономного округа содержат важнейшие виды горючих, металлических и неметаллических полезных ископаемых. Горючие полезные ископаемые представлены месторождениями нефти и газа севера Западно-Сибирского региона, двумя угленосными районами: Щучьинско-Байдарацким и Хулгинско-Салехардским, входящими в Сосьвинско-Салехардский угленосный бассейн [3].

### **1.1.2 Климат и агроклиматические ресурсы**

Особенности климата ЯНАО обусловлены его северным положением (66-67 градусов с.ш.) и связанным с этим незначительным притоком солнечной радиации, а также повышенной циклонической деятельностью и равнинным характером подстилающей поверхности. Влияют на формирование климата многолетняя мерзлота, близость холодного Карского моря, обилие болот, озер и рек. Значительное воздействие оказывает континент, что проявляется в хорошо выраженных зимне-летних особенностях трансформации воздушных масс и континентальности климата.

Ближайшей метеостанцией, по данным которой приводится климатическая характеристика территории, является метеостанция п. Уренгой.

Среднегодовая температура воздуха отрицательная - 7,8°C. Средняя температура самого холодного месяца (января) - 25,7 °С, а самого жаркого (июля) + 14,5 °С. Абсолютный минимум температуры приходится на декабрь - 63 °С, абсолютный максимум на июль + 34 °С. Продолжительность безморозного периода 88 дней, устойчивых морозов - 201 день. Средняя многолетняя дата первого осеннего заморозка 2 сентября, последнего весеннего - 14 июня.

Среднегодовое количество выпадающих в данном районе осадков составляет 413 мм. При этом на долю теплого периода года (с апреля по октябрь) приходится до 68 % от общего объема осадков. Испарение во все месяцы меньше выпадающих осадков, и относительная влажность держится на высоком уровне, изменяясь от 56 до 78 %.

Устойчивый снежный покров образуется в среднем 12 октября, сход снега происходит 26 мая. Число дней со снежным покровом составляет порядка 230 дней. Из-за малой облесенности территории и сильных ветров мощность снежного покрова распределена по территории крайне неравномерно. С возвышенных участков снег сдувается и накапливается в понижениях рельефа в долинах рек и ручьев. Здесь он отлагается в виде мощных сугробов, мощностью до 1,5-2 м. Толщина снежного покрова на залесенных участках составляет около 70-90 см.

Преобладающее направление ветров юго-западное. В январе преобладают ветры юго-западного, в июле – северного направления. Средняя годовая скорость ветра составляет 3,6 м/с.

Согласно агроклиматическому районированию территория проведения работ расположена в субарктическом поясе лесотундровой полосы и относится к Уренгойско-Красноселькупской зоне. Данный агроклиматический район очень холодный (средняя температура февраля  $-25 - 27$  °С). Период со среднесуточной температурой воздуха выше  $10$  °С составляет 65 дней, сумма температур за этот период достигает  $800-1000$  °С.

В целом агроклиматические ресурсы территории обеспечивают созревание мало требовательных к теплу овощных культур в защищённом грунте, полузащищённом и открытом грунте при специальной агротехнике.

Неблагоприятным для земледелия в субарктическом поясе является небольшое количество осадков во время роста растений и избыток их во время созревания. Кроме того, преобладающие северные ветры летом охлаждают почву. Все сельскохозяйственные угодья находятся в зоне рискованного земледелия и являются низкопродуктивными [3].

### 1.1.3 Гидрология

Специфические природно-климатические условия территории: недостаточная теплообеспеченность и избыточное увлажнение, затрудненный дренаж из-за многолетнемерзлых пород, равнинный рельеф с большим количеством западин – способствуют развитию мощной гидрографической сети, которая представлена реками, озерами.

Речная сеть рассматриваемых участков принадлежит бассейну р.Пур (образуется слиянием рек Пякупур и Айваседапур, впадает в Тазовскую губу, общая протяженность 389 км, площадь бассейна 112 тыс. км<sup>2</sup>) и представлена левыми притоками – р. Евояха (длина 201 км, площадь бассейна 3,97 тыс. км<sup>2</sup>), р. Ямсовой (образуется слиянием рек Мал. Ямсовой и Бол. Ямсовой, общая протяженность 247 км, площадь бассейна 4,03 тыс. км<sup>2</sup>) и другими многочисленными реками и ручьями.

Питание рек осуществляется водами снегового и дождевого происхождения. Основным источником питания является талый снег – 60%, именно эти осадки формируют сток. Грунтовое питание весьма незначительно вследствие наличия на водосборной площади многолетнемерзлых пород. В летний меженный период доля дождевого и подземного стока примерно равны.

По характеру водного режима водотоки относятся к рекам с весенне-летним половодьем и дождевыми паводками в теплое время года. На малых реках в холодный период (с ноября по май) ежегодно имеет место полное прекращение стока вследствие перемерзания рек. Такое явление связано с тем, что глубины на реках почти повсеместно меньше глубины промерзания ледяного покрова.

Половодье характеризуется высокими уровнями, быстрым подъёмом и медленным спадом, вследствие недостаточно быстрого снеготаяния, низкой зимней водности водотоков из-за истощения грунтового питания на участках многолетнемерзлых пород.

Весенний подъем уровней начинается в середине мая. Пик половодья наступает в конце второй – начале третьей декады мая. Продолжительность

стояния наивысших уровней может достигать 2-4 суток. Высота весеннего подъема колеблется от 1,0 до 3,0 м. Продолжительность половодья 30-40 дней.

Летне-осенняя межень продолжается с конца июня до конца сентября – начала октября. Зимняя межень является наиболее продолжительным периодом в гидрологическом режиме рек рассматриваемой территории. Средняя дата установления ледостава 12-15 октября. Средняя продолжительность устойчивого ледостава около 220 дней.

Кроме водотоков на данной территории присутствует сеть небольших озер. Водный режим озер тесно связан с общими природно-климатическими условиями территории и повсеместным распространением многолетнемерзлых пород. Большинство озер территории термокарстового происхождения. Основным источником питания озер являются дождевые и талые воды. Питание грунтовыми водами возможно лишь в теплый период года.

Озера пресноводные, большая часть из них имеет постоянное или временное сообщение с речной сетью [3].

#### **1.1.4 Почвы**

В соответствии с почвенно-географическим районированием почвы ЯНАО причисляют к провинции глеево-слабоподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв центральной области бореального (умеренно-холодного) пояса.

В формировании главных свойств почв участвуют 3 основных группы процессов:

- криогенез с комплексом разнообразных криогидрогенных преобразований минералов, динамических деформаций и напряжений с коагуляцией и аккумуляцией химических соединений и т.д.;
- оглеение с комплексом цветовых деформаций почвенной массы и окислительно-восстановительных явлений и т.д.;
- накопление и трансформация органического вещества с комплексом специфического гумусообразования, процессов торфонакопления, миграции и закрепления гумусовых веществ и т.д.

Оригинальность геохимических процессов гумусообразования, глееболотных процессов в условиях криогенеза пород и почв на данной территории определяют и особенность условий миграции и накопления, возникающих в почвах: накопление недоокисленных продуктов, затрудненный отток вещества, надмерзлотную ретинизацию.

В почвенном покрове наибольшие площади (до 50 %) охватывают болотные торфяно-глеевые и торфяные почвы. Наравне с современными болотными почвами довольно широко распространены торфяные почвы реликтовых торфяников, находящихся в подлинное время в стадии деградации.

В почвах деградирующих торфяников возможно растрескивание поверхностных горизонтов, отсутствие совершенного растительного покрова (пятнообразование на торфяном субстрате), иссушение и минерализация органического вещества.

Максимальное распространение в лесотундре Западной Сибири имеют тундровые глеевые почвы, встречающиеся чаще всего на суглинках и приурочены к краевым частям слабодренированных водоразделов, и формируют комплексы с собственно торфяными почвами.

Чаще всего на территории участков наблюдаются: элювиально-глеевые, тундрово-глеевые, тундровые глеевые оподзоленные, тундровые поверхностно-глеевые и другие почвы [3].

### **1.1.5 Растительный покров**

Растительность Ямала тундровая и лесотундровая:

- Арктические Западно-Сибирские формации представлены лишайниково-моховыми, травяно-моховыми и кустарничково-моховыми, кустарничково-моховыми кочковатыми, мохово-лишайниковыми тундрами; травяными и травяно-моховыми группировками болот и ивняково-луговыми сообществами долин рек.
- Субарктические Западно-Сибирские и северные субарктические формации представлены кустарничково-моховыми и лишайниково-моховыми с ивой и ерником, мохово-травяными, кустарничково-мохово-

лишайниковым и тундрами; лугово-ивняковыми-моховыми сообществами долин рек; южные субарктические - ерничково-ивняковыми низкокустарничковыми сообществами.

- Бореальная. В нее входят лиственнично-еловые и еловые, лиственничные и елово-лиственничные редколесья, лугово-кустарничково-редколесные сообщества долин рек.
- Северотаёжная. Ее представляют лиственнично-еловые редкостойные, лиственнично-елово-кедровые, лиственничные, елово-лиственничные и сосново-лиственничные редкостойные, лиственнично-сосновые и сосновые леса и редколесья и производные сообщества на их месте; кустарничково-мохово-лишайниковые и травяно-сфагновые плоскобугристые комплексные болота.

Основные типы растительности в лишайниковых тундрах, расположенных на хорошо дренируемых участках вдоль рек: лишайники (преобладающий тип), осоки, мятлики, вейники, берёзка карликовая, мхи.

Кустарничковые тундры находятся на возвышенных и хорошо дренируемых участках, здесь распространены бугорковатые и пятнистые ерничковые и ивняково-ерничковые сообщества. Кустарнички не превышают 20-30 см. Здесь господствуют берёза карликовая, ива филиколистная, ива лапландская, ива сизая, вейники, осоки, мятлики, хвош полевой, луговики.

Лишайниковые сообщества представлены кладонией альпийской, кладонией оленьей, кладонией лесной. Менее дренированные участки заняты кочкарными тундрами с пушицей влагалищной, багульником, арктофилой, осоками, берёзкой карликовой, ивами с преобладанием мхов.

На склонах речных долин, а также по берегам рек развиты кустарничковые сообщества из ольхи, ивы лапландской, ивы сизой и других с редкими лиственницами, достигающими 5 м. Плохо дренируемые центральные участки плоских междуречных поверхностей заняты травяно-моховыми и кочковато-кустарничковыми болотами, в растительных сообществах

преобладают мхи (сфагновые), багульник болотный, осоки, березка карликовая, пушицы, брусника, морошка и др [3].

### **1.1.6 Животный мир**

Рассматриваемая территория относится к Надым-Пуровскому северотаёжному биоэкономическому району. Географическое положение определяет одновременное присутствие на рассматриваемой территории представителей двух фаунистических комплексов – северотаёжного и лесотундрового, при доминирующем положении первых.

Животный мир региона не отличается богатством видового состава и представлен 30-35 видами млекопитающих, 130-150 видами птиц, 2 видами пресмыкающихся и 3 видами земноводных. Это обусловлено геологической молодостью территории, суровыми природно-климатическими условиями и невысоким разнообразием природных комплексов при доминировании заболоченных пространств.

Из охотничье-промысловых животных наибольшее распространение имеют: заяц-беляк, лось, белка, ондатра, водоплавающие и боровые птицы, в меньшей степени встречаются дикий северный олень, песец, колонок, соболь, норка, волк.

Характерной чертой пространственного размещения животных является приуроченность к лесным местообитаниям. Наиболее продуктивными угожьями территории являются хвойные зеленомошные леса, благодаря хорошим кормовым и защитным свойствам. Угодья этого типа можно охарактеризовать, как биотопы многочисленной белки, обычного глухаря, рябчика, зайца, соболя. Берёзовые, лиственничные леса, при наличии подроста, служат основными станциями лося, зайца-беляка, тетерева. Пойменные сообщества с участием ельников играют очень важную роль в жизненном цикле белки, рябчика, соболя, горностая. Эти угожья являются репродуктивной стацией тетеревиных.

Размещение внутри лесных биотопов по их общей продуктивности, в порядке убывания, выглядит следующим образом: ельники пойменные,

кедровники зеленомошные, сосняки мохово-лишайниковые, берёзовые мшистые и сфагновые леса, лиственничники.

Сфагово-сосновые насаждения, характерные для болотных массивов, относятся к одному из самых малонаселенных местообитаний животных. Более-менее регулярно здесь встречаются боровые птицы, эпизодически уголья используются лосем, белой куропаткой. Пространства тундры служат биотопами песца, дикого северного оленя, белой куропатки.

Из водно-болотных угодий наибольшей ценностью обладают старичные водоемы, где происходит массовое гнездование водоплавающих, а также массовая концентрация ондатры.

Из редких и особо охраняемых видов возможна встреча скопы и орлана - белохвоста, ареал распространения которых включает и рассматриваемый регион. Местообитания указанных пернатых связаны с околородными пространствами - как правило, гнёзда птиц размещаются вблизи русла рек и хорошо заметны, благодаря значительным размерам. В период весенне-осенних миграций водоплавающих птиц возможна также встреча краснозобой казарки, хотя хороших условий для задержки птиц на отдых территория не представляет.

Рассматриваемая площадь имеет определенное значение, как транзитная территория при совершении животными регулярных миграций. Наиболее выраженными являются весенне-осенние миграционные потоки водоплавающих птиц.

Местная ихтиофауна представлена следующими видами: язь, плотва, елец, щука, окунь, ёрш. В озерах, имеющих связь с реками, состав ихтиофауны практически соответствует описанному выше. Бессточные озёра, как правило, безрыбны.

Сезонное распределение рыбы, в главном, зависит от двух факторов - уровень воды и содержание в воде кислорода. Именно эти обстоятельства определяют факт наличия кормовых, нерестовых и зимовальных миграций рыбы [3].

## 1.2 Геоэкологическая характеристика района работ

### 1.2.1 Особенности развития экономики

#### Топливо-энергетический комплекс

Ямало-Ненецкий автономный округ во второй половине двадцатого века стал одним из основных нефтегазодобывающих регионов страны.

В автономном округе сконцентрированы более 70% российских и приблизительно 22% мировых запасов газа, открыто 234 месторождения углеводородного сырья, 73 из которых находятся в промышленной разработке, 19 месторождений подготовлены к эксплуатации. На 142 месторождениях проводятся разведочные работы.

Первоначальные суммарные ресурсы оцениваются:

- природного газа в 147,3 трлн. м<sup>3</sup>, из них на сегодня добыто 16,6 трлн. м<sup>3</sup>. Запасы промышленных категорий АВС1 составляют 33,8 трлн. м<sup>3</sup>.
- нефти в 17,9 млрд. т, из которых на сегодня добыто 858 млн. т. Запасы промышленных категорий АВС1 составляют 2,53 млрд. т.
- конденсата в 9,7 млрд. т, из которых на сегодняшний день добыто 171 млн. т. Запасы промышленных категорий АВС1 составляют более 1,18 млрд. т.

При этом еще недостаточно изучены ресурсы углеводородов на глубинах более 3 км.

Сегодня на территории автономного округа осуществляют производственную деятельность 60 нефтегазовых предприятий, среди которых компания «Газпром», НК «Роснефть», «Газпром нефть», НК «Лукойл», «Новатэк» и другие.

На территории округа добывается более 85% всего российского газа и 20% мировой добычи природного газа. По объемам добычи нефти с конденсатом автономный округ является вторым после ХМАО-Югры, сегодня добывается порядка 7% от добычи России и 1% мировой добычи нефти и конденсата.

В 2014 году в автономном округе добыча углеводородного сырья

составила:

по нефти	22 млн. т;
по конденсату	16 млн. т;
по газу	515 млрд. м <sup>3</sup> .

В данное время добыча углеводородного сырья в основном осуществляется в Надым-пур-тазовской нефтегазоносной области, где находятся месторождения-гиганты: Медвежье, Уренгойское, Ямбургское. Эта область больше всего снабжена транспортной, энергетической и производственной инфраструктурой [1].

### **Транспорт углеводородов**

В Ямало-Ненецком автономном округе действует одна из крупнейших в мире трубопроводных систем по транспортировке природного газа. Трубопроводный транспорт представлен единой газотранспортной системой ОАО «Газпром трансгаз».

Природный газ из округа поставляется как внутри страны, так и на экспорт по системе магистральных газопроводов. Общая протяженность магистральных трубопроводов в округе составляет около 9 тыс. км, а суммарная проектная пропускная способность – около 600 млрд. м<sup>3</sup> газа.

Для вывода добытого газа на полуострове Ямал в единую систему газоснабжения России «Газпром» строит газотранспортную систему протяженностью 2451 км, которая включает новый газотранспортный коридор Бованенково – Ухта. Первая нитка системы магистральных газопроводов Бованенково – Ухта построена. Ведутся работы по возведению второй и следующих ниток системы. Ввод трубопроводной системы в эксплуатацию произведён в 3 квартале 2012 года. Довести строительство системы магистральных газопроводов до конца планируется в 2016 году.

Рассчитывается, что в будущем газотранспортная система Ямала станет главным звеном единой системы газоснабжения и обеспечит транспортировку газа с месторождений полуострова в объёме более трёхсот миллиардов кубометров в год.

Существующая система единой нефтетранспортной системы АК «Транснефть» обеспечивает перекачку нефти с месторождений, размещенных на юге автономного округа. Транспорт нефти с месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа реализуется в основном по магистральным нефтепроводам общей протяженностью около 1500 км: Тарасовское – Холмогоры, введенного в 1981 году, Холмогоры – Западный Сургут, введенного в эксплуатацию в 1978 году и Пурпе – Саяногорск, введенного в эксплуатацию в 2011 году. Система начинается от головной нефтеперекачивающей станции Пурпе и представляет собой сеть трубопроводов, проложенных в одном коридоре с газопроводами южного коридора с пропускной способностью около 110-120 млн. т.

Также АО «Транснефть-Сибирь» осуществляет строительство нефтепровода «Заполярье – НПС «Пур-Пе», в рамках которого с 05.03.2012 г. проводятся работы по сварке магистрального трубопровода. Окончание работ запланировано на четвертый квартал 2016 года.

Транспортная система конденсата, эксплуатацию которой осуществляет ООО «Газпром трансгаз Сургут», представляет собой конденсатопроводы, берущие начало от головной насосной станции, расположенной в районе УКПГ-2В Ямбургского месторождения, Ямбург – Уренгой I, II, проложенные до завода подготовки конденсата к транспорту (ЗПКТ) ООО «Газпром переработка». С ЗПКТ транспорт деэтанализованного конденсата в смеси с нефтью осуществляется по конденсатопроводам Уренгой – Сургут I, II на Сургутский завод стабилизации конденсата. Общая протяженность конденсатопроводов около 1 тыс. км с пропускной способностью до 10 млн. тонн [1].

### **Переработка углеводородов**

На территории Ямало-Ненецкого автономного округа размещены следующие предприятия нефтегазоперерабатывающей отрасли:

- 2 предприятия, перерабатывающие газовый конденсат: филиал завод по подготовке конденсата к транспорту ООО «Газпром переработка» и ООО

- «НОВАТЭК-Пуровский ЗПК» с суммарной проектной мощностью по сырью – 23,5 млн. т;
- 3 предприятия, перерабатывающие попутный нефтяной газ: «Губкинский ГПЗ», «Муравленковский ГПЗ» и «Вынгапуровский ГПЗ» - филиалы ОАО «СибурТюменьГаз», с суммарной проектной мощностью по сырью – около 7 млрд. м<sup>3</sup>;
  - 1 предприятие, осуществляющее переработку природного газа – ООО «Новатэк-Юрхаровнефтегаз», имеющее установку по производству метанола с проектной мощностью по метанолу – 52,5 тыс.т;
  - 1 предприятие, перерабатывающее нефть – ООО «Пурнефтепереработка», проектная мощность установки – 270 тыс. т [1].

### **Аграрно-промышленный комплекс**

Ямало-Ненецкий автономный округ располагает редким агропромышленным комплексом, богатым природными ресурсами. Развитие агропромышленного комплекса является основой безопасности жизнедеятельности всего населения Ямала, и особенно коренных малочисленных народов Севера, а также служит залогом стабильного социально-экономического развития арктического региона.

Реализация стратегии развития агропромышленного комплекса в 2014 году была направлена на диверсификацию и технологическую модернизацию, предусматривающую поддержку не только традиционных отраслей хозяйствования - оленеводство, звероводство и рыболовство, которые являются основой жизнедеятельности коренных малочисленных народов Севера, но и развитие таких новых отраслей, как молочное животноводство, растениеводство, рыборазведение.

Валовое производство продукции сельского хозяйства в 2014 году составило 1 млрд. 436 млн. руб. Заготовка мяса оленей (в убойном весе) – 2143 т, производство молока – 2085 т, производство овощей и картофеля – 1198 т, заготовка дикоросов – 27 т. Удельный вес прибыльных сельскохозяйственных организаций составил 50%.

Более 673 тысяч северных оленей выпасается на территории автономного округа, из них 55 % приходится на долю оленеводов-частников.

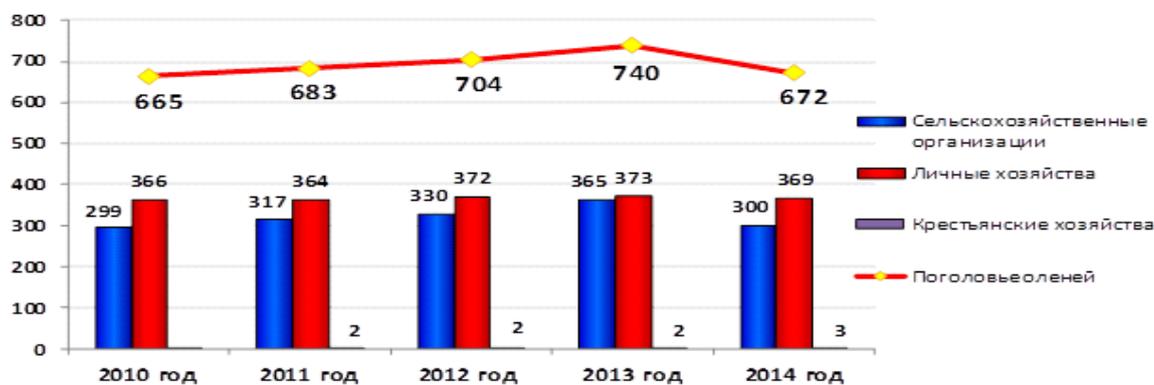


Рисунок 2 – Динамика поголовья оленей за 2010 – 2014 года [1]

Среди оленеводческих хозяйств автономного округа 4 предприятия являются племенными репродукторами.

На территории автономного округа создаётся сеть убойно-перерабатывающих комплексов, соответствующих международным стандартам, на них внедряются инновационные технологии, и используется современное оборудование.

В настоящее время в округе действуют 6 специальных убойно-холодильных комплексов: 3 – в Ямальском районе (МП «Ямальские олени» в п. Яр-Сале, п. Се-Яха, п. Юрибей), 1 – в Тазовском районе (ООО «Агрокомплекс Тазовский» в п. Антипаюта) и 1 – в Приуральском районе (МУП «Мясоперерабатывающий комплекс Паюта» на фактории Паюта) и 1 – в Надымском районе (МУП «Надымагро», с. Ныда).

Ямало-Ненецкий автономный округ является единственным экспортёром мяса оленей. С 2008 года поставки оленьего мяса осуществляются в страны Европейского союза. В 2014 году объём поставок оленины на международный рынок (Германия и Финляндия) составил 423 т мяса. Европейцы по достоинству оценили уникальные диетические свойства мяса северного оленя.

Рыбодобывающими предприятиями округа в 2014 году добыто 8923 т

рыбы, что больше аналогичного периода 2013 года на 605 т. Лов рыбы ведётся рыбодобывающими и сельскохозяйственными предприятиями, крестьянскими хозяйствами и национальными общинами. Крупные предприятия оснащены современными холодильными емкостями и морозильными камерами «шоковой» заморозки, обеспечивающими качественное хранение рыбы.

Усилена работа по рыборазведению. Помимо строительства рыборазводных комплексов в п. Харп, проведено экспериментальное зарыбление озер пелядью в Шурышкарском районе. В данном процессе участвуют представители научного сообщества, которые считают, что центрами воспроизводства должны стать Приуральский, Красноселькупский и Тазовский районы.

В г. Салехард ведется строительство рыбоводной фермы по производству осетра и форели 10 т в год. В настоящее время закуплено и поставлено оборудование, осуществлена передача его безвозмездного пользования сроком на пять лет пользователю. Ввод объекта в эксплуатацию планируется в 2015 году [1].

Накопление отходов и их утилизация – одна из актуальных экологических проблем Ямало-Ненецкого автономного округа. Образование отходов происходит на обширной малоосвоенной территории в объемах, недостаточных для их крупнотоннажной и экономически целесообразной переработки. Практически отсутствуют инфраструктура для утилизации и потенциальные потребители вторичных ресурсов. Низкая биологическая активность почвы, связанная с преобладанием отрицательных температур, делает неэффективной захоронение отходов на полигонах. Поэтому обращению с отходами производства и потребления уделяется пристальное внимание, как со стороны хозяйствующих субъектов, так и со стороны органов исполнительной власти автономного округа и органов местного самоуправления муниципальных образований.

В структуре отходов производства и потребления, образуемых на территории автономного округа, на протяжении нескольких лет основную

массу (74,1 %) составляют отходы предприятий добывающей промышленности, принадлежащие 36 крупным добывающим компаниям. Отходы строительства – 13 %, отходы жилищно-коммунального хозяйства - 6,7 %, отходы обрабатывающего производства - 3 %, отходы транспорта и связи - 2,2 %, отходы производства и распределения электроэнергии, воды, газа – 1%.

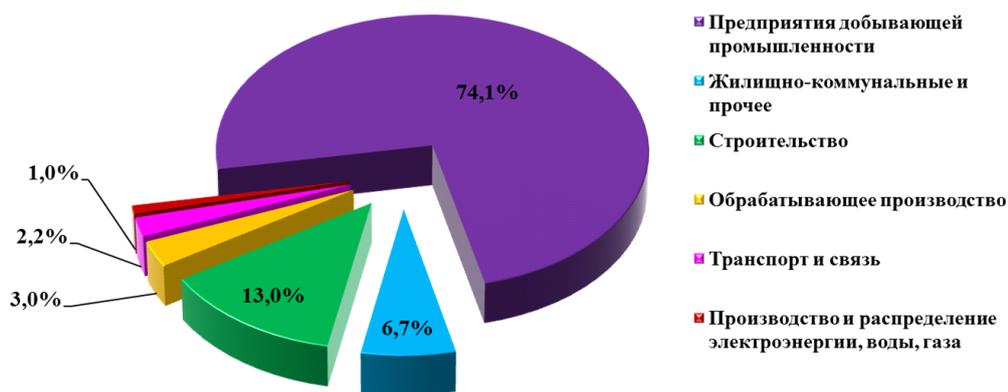


Рисунок 3 – Структура образуемых отходов [1]

В последние годы по данным статистических наблюдений в автономном округе наметилась положительная динамика в сфере использования, утилизации и обезвреживания отходов, а также тенденция к сокращению объемов образующихся отходов и отходов, направляемых на захоронение [1].

### 1.2.2 Характеристика природных сред

**Качество атмосферного воздуха** является одной из причин негативного воздействия на здоровье населения. На территории автономного округа наиболее загрязненным считается воздух городов, являющихся местом скопления автотранспорта и объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Загрязнение атмосферного воздуха является причиной возникновения и развития многих заболеваний. В результате многочисленных исследований установлено, что незначительное превышение предельно допустимых концентраций этих веществ может привести к увеличению частоты заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистой системы.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности: первый – вещества чрезвычайно опасные, второй – вещества высокоопасные, третий – вещества умеренно опасные, четвертый –

вещества малоопасные. Чем опаснее вещество, тем ниже его класс опасности.

Приоритетными загрязнителями атмосферы городов являются бенз(а)пирен (1 класс опасности), формальдегид (2 класс опасности), диоксид и оксид азота (2 и 3 классы опасности соответственно), диоксид серы (3 класс опасности), оксид углерода (4 класс опасности) и взвешенные вещества (3 класс опасности).

Бенз(а)пирен – органическое вещество чрезвычайно опасное, образуется при неполном сгорании углеводородного жидкого, твёрдого, газообразного топлива. Источниками бенз(а)пирена являются энергетические установки, транспорт, процессы горения практически всех видов горючих материалов. Он чрезвычайно токсичен для человека даже при малой концентрации, так как обладает свойством биоаккумуляции. Согласно классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР) имеются доказательства его канцерогенной опасности для человека и животных. Бенз(а)пирен обладает мутагенным действием, химически устойчив и может долго мигрировать из одних объектов в другие.

Формальдегид оказывает общетоксическое действие, обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным, сенсibiliзирующим и канцерогенным действием (группа 2А), а также усиливает канцерогенез, вызываемый другими химическими канцерогенами, в частности бенз(а)пиреном.

Основными источниками диоксида азота являются автотранспорт, тепловые электростанции и различные отопительные установки. В виду резкого увеличения количества автомобильного транспорта в городах автономного округа концентрация оксидов азота в атмосферном воздухе возрастает. Диоксид азота раздражающе действует на слизистые оболочки и органы дыхания человека. Его длительное воздействие вызывает ответные реакции со стороны респираторной системы.

Диоксид серы оказывает раздражающее воздействие на органы дыхания, глаза, кожу, поражает центральную нервную систему, угнетает окислительные

процессы в организме.

К образованию крупных взвешенных частиц (летучая зола) приводит сжигание угля, нефти и бензина. Влияние взвешенных частиц на здоровье проявляется в виде широкого спектра биологических эффектов – от увеличения частоты кашля и других симптомов со стороны верхних и нижних дыхательных путей, обострения бронхиальной астмы, роста случаев заболевания бронхитом до увеличения смертности от заболеваний органов дыхания и сердечно-сосудистых заболеваний.

В 2014 году мониторинг состояния загрязнения атмосферного воздуха осуществлялся лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЯНАО» на маршрутных постах, расположенных в городах Ноябрьск, Надым, Новый Уренгой, Тарко-Сале, Муравленко, Салехард, Лабытнанги и комплексной лабораторией по мониторингу загрязнения окружающей среды Ямало-Ненецкого ЦГМС на 1 стационарном посту в г. Салехард.

По данным лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЯНАО» в 2014 году пробы атмосферного воздуха на автомагистралях в зоне жилой застройки с превышением ПДК не зарегистрированы.

Согласно данным комплексной лаборатории по мониторингу загрязнения окружающей среды Ямало-Ненецкого ЦГМС, осуществляющей наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в восточной части г. Салехард, уровень загрязнения атмосферного воздуха – низкий.

Вместе с тем, по результатам мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в г. Новый Уренгой, проведенного в период с 10 ноября по 17 ноября 2014 года экспедиционной группой, в состав которой вошли специалисты ООО «Георон» и ФГБУ «Уральское УГМС», выявлено превышение ПДК<sub>с.с.</sub> по взвешенным веществам от 1,33 до 3,8 раза, по диоксиду азота от 0,68 до 2,83 раза и бенз(а)пирену от 2,1 до 3,6 раза [1].

**Качество питьевой воды** также является одним из основных факторов окружающей среды, оказывающим влияние на состояние здоровья населения. Подземные и поверхностные воды на территории автономного округа не могут

быть рекомендованы для питьевого водоснабжения без соответствующей водоподготовки, так как характеризуются высоким содержанием железа, марганца, низким содержанием кальция, магния, фтора, йода. Используемая вода является физиологически неполноценной. Недостаток или избыток данных элементов может вызывать ряд серьезных нарушений состояния здоровья населения. Отсутствие в воде йода предопределяет высокие уровни эндокринных заболеваний.

При избыточном поступлении в организм человека железа происходит его кумуляция в тканях и органах. У человека появляется утомляемость, слабость, зуд, шелушение, сухость и пигментация кожи. Избыток железа в организме способствует ослаблению иммунитета, развитию заболеваний крови и желудочно-кишечного тракта.

Избыток марганца в организме может привести к тяжелейшему заболеванию – болезни Паркинсона. В настоящее время установлена достоверная зависимость между повышением допустимого уровня марганца и увеличением числа болезней костно-мышечной и мочеполовой систем, осложнений беременности и родов. Повышенные концентрации марганца способствуют развитию аллергических реакций, болезней кожи, увеличивают риск развития болезней крови.

Повышенное содержание цинка приводит к заболеваниям двигательного аппарата, расстройству деятельности желудка. Цинк может попадать в питьевую воду из оцинкованных труб из-за повышенного содержания агрессивной углекислоты.

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтоновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое воздействие на организм, поражая сердечно-сосудистую и нервную системы.

Поверхностные источники питьевого водоснабжения на территории автономного округа характеризуются высоким уровнем химического и

микробиологического загрязнения. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязнённости поверхностных вод автономного округа вносят нефтепродукты, железо, марганец, цинк.

Длительное употребление такой воды приводит к нарушению обмена веществ в организме, водно-солевого баланса и является в дальнейшем одной из причин возникновения у населения заболеваний пищеварительного тракта, эндокринной системы, аллергических заболеваний и острых кишечных инфекций.

По данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ямало-Ненецкому автономному округу в 2014 году на территории автономного округа эксплуатировалось 89 источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, из них 25 источников являются поверхностными (Надымский, Приуральский, Ямальский, Тазовский, Шурышкарский районы и г. Лабытнанги) и 64 источников – подземными (г. Салехард, г. Надым, г. Ноябрьск, г. Муравленко, г. Губкинский, г. Новый Уренгой, Пуровский, Приуральский и Красноселькупский районы). Из 25 поверхностных источников – 68% (17 объектов) не соответствуют требованиям санитарных и гигиенических нормативов, что выше значения данного показателя в 2012 и 2013 годах. Отсутствие санитарной зоны отмечается на 16 объектах (64% водоисточников). Данный показатель значительно превышает среднероссийский (57,1%). Наибольшее число несоответствующих санитарным нормам проб регистрировалось в Тазовском, Ямальском районах.

Из 64 подземных источников водоснабжения – 14 (21,9%) не отвечают требованиям санитарных норм и правил, в том числе из-за отсутствия зон санитарной охраны – 5 источников, что составляет 7,8 %. Значение данного показателя за 2013 год соответствовало 13,2 %, в РФ – 12,2%. В 2014 году по сравнению с 2012 годом качество воды в местах водопользования населения, используемых в качестве питьевого водоснабжения (I категория), по санитарно-химическим показателям ухудшилось, по микробиологическим показателям –

улучшилось.

Для оценки влияния качества питьевой воды на здоровье населения в 2014 году исследования проводились в 174 мониторинговых точках на территориях всех муниципальных образований автономного округа. По данным мониторинга в 2014 году отмечено превышение гигиенических нормативов содержания железа, марганца, реже аммиака в питьевой воде централизованных систем водоснабжения в 440 пробах [1].

**Почва**, как составляющая часть окружающей среды, оказывает непосредственное влияние на здоровье человека. Загрязнение почвы бытовыми и производственными отходами, химическими веществами и микроорганизмами может стать причиной многих заболеваний.

На территории населенных мест автономного округа контроль за микробиологическим, паразитологическим и химическим загрязнением почвы осуществляется специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЯНАО» в 86 мониторинговых точках. Установлено, что на территории автономного округа превышения ПДК контролируемых химических веществ не зарегистрировано. Тем не менее, практически на всей территории Пуровского района в 2014 году по-прежнему регистрировались максимальные и среднегодовые концентрации химических веществ, контролируемых в почве выше фоновых.

Кроме того, анализ данных показывает, что доля проб почв, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, по сравнению с 2013 г. уменьшилась, как и по паразитологическим показателям. Патогенных микроорганизмов в почве на обследованных территориях не выявлено.

Основными источниками загрязнения почвы на селитебной территории автономного округа являлись автотранспорт, места расположения мусоросборных контейнеров, децентрализованная система канализации в жилом секторе посёлков, места выгула домашних животных [1].

### 1.2.3 Эпизоотическая обстановка по заболеваниям животных

Эпизоотическое благополучие территории – важнейший фактор, определяющий здоровье население, эпидемическое благополучие, продовольственную и экологическую безопасность.

На территории автономного округа осуществление защиты населения от болезней, общих для человека и животных обеспечивает Служба ветеринарии Ямало-Ненецкого автономного округа. К особо опасным болезням, общим для человека и животных, относятся такие как сибирская язва, бешенство, бруцеллёз и другие инфекционные заболевания [1].

### 1.2.4 Уровень заболеваемости населения

Уровень общей заболеваемости населения автономного округа по итогам 2014 года составил 2096,3 случаев на 1000 населения, что выше того же показателя за 2013 год (2093,8) на 0,1 %. Наибольший рост уровня общей заболеваемости по итогам 2014 года по сравнению с 2013 годом зарегистрирован по следующим классам болезней: болезни органов пищеварения (рост на 10,3 %), болезни системы кровообращения (рост на 8,3 %), болезни эндокринной системы (рост на 7,0 %), наибольшее снижение по таким нозологическим формам, как симптомы, признаки и отклонения от нормы (снижение на 73,6 %), болезни уха и сосцевидного отростка (снижение на 8,4 %) и врождённые аномалии и пороки развития (снижение на 6,5 %).

В структуре общей заболеваемости населения болезни органов дыхания занимают первое место. Показатель общей заболеваемости органов дыхания на 1000 населения в 2014 году составил 535,8 случаев.

Таблица 1 – Общая заболеваемость населения, зарегистрированная в системе здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа [1]

<b>Наименование классов и отдельных заболеваний</b>	<b>2012 г.</b>	<b>2013 г.</b>	<b>2014 г.</b>
Болезни глаза и его придаточного аппарата	133,4	128,6	127,7
Болезни кожи и подкожной клетчатки	90,5	85,0	83,9

Продолжение таблицы

Болезни костно-мышечной системы	171,2	169,1	171,1
Болезни крови и кроветворных органов	19,2	18,5	18,8
Болезни мочеполовой системы	168,7	171,3	166,5
Болезни нервной системы	77,6	79,4	80,1
Болезни органов дыхания	552,5	549,7	535,8
Болезни органов пищеварения	127,9	247,0	272,5
Болезни системы кровообращения	151,0	135,4	146,6
Болезни уха и сосцевидного отростка	46,0	41,8	38,3
Болезни эндокринной системы	90,7	95,3	102,0
Врожденные аномалии и пороки развития	10,4	10,7	10,0
Всего	2007,2	2093,8	2096,3
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	84,1	79,7	75,1
Новообразования	53,8	51,1	51,8
Психические расстройства и расстройства поведения	68,7	69,3	69,9
Симптомы, признаки и отклонения от нормы	11,7	8,7	2,3
Травмы и отравления	100,3	100,2	95,9

### 1.2.5 Радиационная обстановка

Радиационно-гигиеническая обстановка на территории автономного округа по основным показателям радиационной безопасности населения, окружающей среды и персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения, в 2014 году оценивается как удовлетворительная и находится на стабильном уровне. Содержание радионуклидов в пищевых продуктах, питьевой воде, почве и строительных материалах не превышает установленных нормативов. Превышения пределов, установленных для населения 1 мЗв в год, и для персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения 20 мЗв в год, не установлено.

Анализ ежегодной паспортизации показывает, что наибольший вклад в коллективную дозу облучения населения вносят природные и медицинские источники ионизирующего излучения. Средний уровень естественного гамма-излучения, измеряемый на стационарных точках, а также при проведении автомобильной и пешеходной гамма-съёмки в городах и посёлках автономного округа, за последние пять лет находится на стабильном уровне и в 2014 году составил 10,2 мкР/час. Данные исследования уровня гамма-излучения свидетельствуют об отсутствии на территории автономного округа локальных участков загрязнения радионуклидами и аномальных участков. [1].

### **1.3 Геоэкологическая характеристика Сугмутского нефтяного месторождения**

Сугмутское месторождение – одно из крупнейших месторождений Западной Сибири. Месторождение открыто в 1987 году и введено в разработку в 1995 году.

Промышленная нефтеносность в пределах месторождения полностью связана с пластом БС-9-2 (Мегионской свиты). В тектоническом плане площадь месторождения представляет собой пологую моноклираль субмеридионального простирания в виде полосы более 80 км.

Эксплуатационное бурение на Сугмутской площади ведётся с 1994 года. В настоящее время основная площадь месторождения разбурена. В последние годы интенсивное бурение ведётся на севере и юге месторождения.

Сугмутское месторождение расположено в Пуровском районе Ямало-Ненецкого Автономного Округа. Ближайший населенный пункт – город Муравленко (находится в 90 км западнее месторождения). Месторождение относится к цехам добычи нефти и газа №14 и №15 филиала «Муравленковскнефть», ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз».

На данный момент в эксплуатации находятся более 90 кустов. На территории месторождения находятся нефтепроводы и водоводы, базы обслуживания месторождения и 3 дожимные насосные станции (ДНС) (Приложение А) [4].

## Глава 2. Технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель

### 2.1 Свойства и характеристики нефти

#### 2.1.1 Основные физико-химические нефти

**Нефть** - (от персидского нефть - вспыхивать, воспламеняться) - горючая, маслянистая жидкость со специфическим запахом от светло – коричневого (почти бесцветного) до тёмно – бурого (почти чёрного) цвета.

В настоящее время в России действует государственный стандарт Р-51858-2002, в котором прописаны основные характеристики нефтей, добываемых на территории Российской Федерации [5].

В соответствии с этим стандартом приняты 2 определения нефти:

**Сырая нефть** - жидкая природная ископаемая смесь углеводородов широкого физико- химического состава, которая содержит растворённый газ, воду, минеральные соли, механические примеси и служит основным сырьем для производства жидких энергоносителей (бензина, керосина, дизельного топлива, мазута), смазочных масел, битума и кокса.

**Товарная нефть** – нефть, подготовленная к поставке потребителю в соответствии с требованиями действующих нормативных и технических документов, принятых в установленном порядке.

С химической точки зрения нефть представляет собой сложную смесь органических соединений, основу которой составляют углеводороды различного строения. Состав и строение нефти различных месторождений нередко сильно отличаются друг от друга [6].

К основным характеристикам нефти и нефтепродуктов относятся:

- 1) плотность;
- 2) молекулярная масса(вес);
- 3) вязкость;
- 4) температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения;
- 5) температура застывания ,помутнения и начала кристаллизации;
- 6) электрические или диэлектрические свойства;
- 7) оптические свойства;

8) растворимость и растворяющая способность.

### 2.1.2 Плотность нефти и нефтепродуктов

Поскольку основу нефти составляют углеводороды, то её плотность обычно меньше единицы. Плотности нефтепродуктов существенно зависят от фракционного состава, и изменяются в следующих пределах указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Плотность нефти и нефтепродуктов [7]

Нефть (плотность 0.800-0.950 г/см <sup>3</sup> )	Бензин (плотность 0.710-0.750 г/см <sup>3</sup> )
	Керосин (плотность 0.750-0.780 г/см <sup>3</sup> )
	Дизельное топливо (плотность 0.800-0.850 г/см <sup>3</sup> )
	Мазут (плотность 0.950 г/см <sup>3</sup> )
	Гудрон (плотность 0.710-0.750 г/см <sup>3</sup> )
	Смолы (плотность 0.990-1.0г/см <sup>3</sup> )
	Масляные погоны (плотность 1.0 г/см <sup>3</sup> )

Под плотностью обычно принимают массу вещества, заключенную в единицу объема.

Соответственно размерность этой величины - кг/м<sup>3</sup> или г/см<sup>3</sup>.

Поскольку плотность воды при 4<sup>0</sup>С равна единице, то численное значение абсолютной плотности и относительной совпадают.

Наряду с плотностью в нефтехимии существует понятие относительно удельного веса ( ).

Относительным удельным весом ( ) называется отношение веса нефтепродукта при температуре определения к весу дистиллированной воды при 4<sup>0</sup>С в том же объёме [8].

Совершенно очевидно, что при одной и той же температуре плотность и удельный вес численно равны друг другу.

В соответствии с ГОСТом в нашей стране принято определять плотность и удельный вес при температурах 15 и 20<sup>0</sup>С.

Таким образом, плотность нефтей и нефтепродуктов уменьшается с ростом температуры.

Все нефтепродукты представляют собой смеси углеводородов.

Определение плотности проводят с помощью ареометров или нефтенсиметров, а также гидростатических весов Мора - Вестфалья или пикнометрическим методом. Последний метод определения считается наиболее точным.

Плотность большинства нефтей меньше единицы и колеблется в диапазоне от 0.80 до 0.90. Высоковязкие смолистые нефти имеют плотность близкую к единице. На величину плотности нефти оказывает существенное влияние наличие в ней растворённых газов, количество смолистых веществ и фракционный состав. Плотность фракций нефтей плавно увеличивается по фракциям[9].

Для углеводородов средних фракций нефти с одинаковым числом атомов углерода в соединениях плотность возрастает в следующем ряду:

Н.алканы – н.алкены – изоалканы – изоалкены – алкилциклопентанты – алкилциклогексаны – алкилбензолы – алкилафталины.

Для бензиновых фракций плотность заметно увеличивается с увеличением количества бензола и его гомологов.

Для нефти и нефтепродуктов плотность является нормируемым показателем качества.

### **2.1.3 Молекулярная масса (молекулярный вес), вязкость**

Молекулярный вес нефти и нефтепродуктов имеет лишь усреднённое значение и зависит от состава и количественного соотношения компонентов смеси.

Нетрудно определить, что первый представитель жидких углеводородов, входящих в состав нефти - пентан, имеет молекулярную массу 72. У смолистых веществ она может достигать величины 1.5 - 2.0 тыс. у.е. Для большинства нефтей средняя молекулярная масса находится в пределах 250-300 у.е. По мере увеличения диапазона кипения нефтяных фракций молекулярная масса ( $M_{cp}$ )

плавно увеличивается от 90 (для фракции 50-100 °С) до 480 (для 550-600°С) [10].

**Вязкость (или внутреннее трение)** нефти и нефтепродуктов зависит от химического и фракционного состава. Различают динамическую и кинематическую вязкость.

**Динамическая вязкость или внутреннее трение** – это свойство реальных жидкостей оказывать сопротивление сдвигающим касательным усилиям. Это свойство проявляется при движении жидкостей. Динамическая вязкость иногда характеризуют как сопротивление, которое оказывает жидкость при относительном перемещении двух слоев.

**Кинематическая вязкость** – величина, равная отношению динамической вязкости к её плотности при той же температурах.

Кинематическая вязкость нефтей различных месторождений изменяется в широких пределах (от 2 до 300 сст - сантистокс при 20°С). Однако средняя вязкость большинства нефтей составляет от 40 до 60 сст.

Кинематическая вязкость является важнейшей характеристикой нефтяных смазочных масел, поскольку именно от величины вязкости зависит способность смазочного масла обеспечить необходимый гидродинамический режим смазки. Неслучайно для смазочных масел ,предназначенных для определенного вида машин и механизмов, величина вязкости является главной нормирующей составляющей [11].

Определение кинематической вязкости проводят в стеклянных вискозиметрах, снабженных калиброванными капиллярами.

Для ряда нефтепродуктов нормированным параметром является так называемая условная вязкость, определяемая в металлических вискозиметрах.

Условной вязкостью называется отношение времени истечения из вискозиметра 200 мл нефтепродукта при температуре испытания ко времени истечения 200 мл дистиллированной воды при 20°С.

Условная вязкость – величина относительная, безразмерная и выражается в условных градусах (°ВУ).

Для нефтяных фракций по мере увеличения их молекулярного веса и температуры кипения вязкость значительно возрастает. Так, например, вязкость бензинов при 20<sup>0</sup>С приблизительно равна 0.6 сст, а вязкость остаточных масел 300-400сст.

Значение вязкости сильно зависит от температуры. При низких температурах вязкость нефтепродуктов значительно повышается и наоборот.

Поскольку многие масла и другие нефтепродукты эксплуатируются в широком диапазоне температур, то характер температурной кривой вязкости служит для них важной качественной характеристикой [12].

#### **2.1.4 Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения**

Продукты нефтепереработки относятся к числу пожароопасных веществ. Пожароопасность керосинов, масел, мазутов и других тяжёлых нефтепродуктов оценивается температурой вспышки и воспламенения.

Температура вспышки называется температура, при которой пары нефтепродукта, нагреваемого в определенных стандартных условиях, образуют с окружающим воздухом взрывчатую смесь и вспыхивают при поднесении к ней пламени. Следует отметить, что при определении температуры вспышки бензинов и лёгких нефтей определяют верхний предел, а для остальных нефтепродуктов – нижней [12].

Температура вспышки зависит от фракционного состава нефтепродуктов. Чем ниже пределы перегонки нефтепродукта, тем ниже и температура вспышки. В среднем температура вспышки нефтяных масел находится в пределах 130-320<sup>0</sup>С. По температуре вспышки можно судить о наличии примесей более низкокипящих фракций в тех или иных товарных или промежуточных нефтепродуктах.

Температура воспламенения называется температура, при которой нагреваемый в определенных условиях нефтепродукт загорается при поднесении к нему пламени и горит не менее 5 секунд. Температура воспламенения всегда выше температуры вспышки. Чем тяжелее нефтепродукт,

тем больше эта разница. При наличии в маслах летучих примесей эти температуры сближаются.

Температура самовоспламенения называется температура, при которой нагретые нефтепродукты в контакте с воздухом воспламеняется самопроизвольно без внешнего пламени. Температура самовоспламенения нефтепродуктов зависит и от фракционного состава и от преобладания углеводородов того или иного класса. Чем ниже пределы кипения, тем менее опасна нефть с точки зрения самовоспламенения[13].

Температура самовоспламенения уменьшается с увеличением среднего молекулярного веса нефтепродукта. Тяжёлые нефтяные остатки самовоспламеняются при 300-350<sup>0</sup>С, а бензины только при температуре 500<sup>0</sup>С и выше.

При появлении внешнего источника пламени (огня и искры) положение резко меняется, и легкие нефтепродукты становятся взрыво - и пожароопасными.

Из углеводородов самыми высокими температурами самовоспламенения характеризуются ароматические углеводороды.

### **2.1.5 Температура застывания, помутнения и начала кристаллизации**

Нефть и нефтепродукты не являются индивидуальными веществами, а представляют собой сложную смесь органических соединений. Поэтому они не имеют определенной температуры перехода из одного агрегатного состояния в другое. Влияние температуры на агрегатное состояние нефти и нефтепродуктов имеет важное значение при их транспортировке и эксплуатации [14].

Низкотемпературные свойства нефти, а также нефтепродуктов и нефтяных масел характеризуются температурой застывания.

Температура застывания характеризует возможную потерю текучести нефтепродукта в зоне низких температур. Чем больше содержание парафинов (твёрдых углеводородов), тем выше температура застывания нефтепродукта. Следует отметить, что потеря текучести может быть связана и с увеличением вязкости продукта с понижением температуры.

### **2.1.6 Электрические свойства нефти**

Безводная нефть и нефтепродукты являются диэлектриками (диэлектрическая проницаемость нефти  $\sim 2$ ; для сравнения: у стекла она  $\sim 7-8$ ).

У безводных чистых нефтепродуктов электропроводимость совершенно ничтожна, что имеет важное практическое значение и применение. Так, твёрдые парафины применяются в электротехнической промышленности в качестве изоляторов, а специальные нефтяные масла (конденсаторное, трансформаторное) в электромеханизмах.

Высокие диэлектрические свойства нефтепродуктов способствуют накоплению на их поверхности зарядов статистического электричества. Их разряд может вызвать искру, а следовательно и загорание нефтепродукта. Надёжным методом борьбы с накоплением статистического электричества является заземление всех металлических частей насосов, трубопроводов и т.п.

### **2.1.7 Оптические свойства нефти**

К оптическим характеристикам нефти относят цвет, флуоресцентную и оптическую активность.

Углеводороды нефти бесцветны. Тот или иной цвет нефти придают содержащиеся в них смолы и асфальтены, а также некоторые сернистые соединения. Чем тяжелее нефть, тем больше содержится в ней смолисто-асфальтеновых веществ, и тем она темнее [15].

Флуоресценцией называется свечение в отраженном свете. Это явление характерно для сырой нефти и нефтепродуктов. Причины флуоресценции нефти точно не известны. Не исключено, что это связано с наличием в нефти полиядерных ароматических углеводородов или примесей. Не случайно глубокая очистка нефти ликвидирует флуоресценцию.

Под оптической активностью нефтепродуктов, как и других органических соединений, понимают их способность вращать плоскость поляризации света. Большинство нефтей вращают плоскость поляризации вправо, т.е. содержат в своем составе правовращающие изомеры [16].

Практического значения это свойство нефти не имеет.

### **2.1.8 Растворимость и растворяющая способность нефти**

Нефти и жидкие углеводороды хорошо растворяют йод, серу, сернистые соединения, различные смолы, растительные и животные жиры. Это свойство нефтепродуктов широко используется в технике. Не случайно, на основе нефтепродуктов производят большое число высококачественных растворителей для лакокрасочной, резиновой и других отраслей промышленности.

Нефть также хорошо растворяет газы (воздуха, оксид и диоксид углерода, сероводород, газообразные алканы и т.д.).

В воде ни нефть, ни углеводороды практически не растворимы. Из углеводородов худшая растворимость в воде у ароматических углеводородов.

Следует помнить, что любая система растворитель – растворимое вещество характеризуется критической температурой растворения (КТР), при которой и выше которой наступает полное растворение. Причем, если в смеси находятся вещества, растворяющейся в данном растворителе при разных температурах, то появляется возможность их количественного разделения.

### **2.2 Методы рекультивации нефтезагрязнённых почв**

Под рекультивацией понимается комплекс мер, направленных на восстановление природных объектов, нарушенных в результате природнохозяйственной деятельности человека.

Процесс удаления разлитой нефти и нефтепродуктов требует достаточно сложной технологии как при подготовке загрязнённого участка к рекультивации, так и при проведении самого процесса.

До недавнего времени, а порой и сейчас, многие предприятия, где не уделяют должного внимания вопросам борьбы с нефтяными загрязнениями, очистку почвы от нефти и нефтепродуктов проводят двумя методами - сжиганием нефтяного пятна и землеванием (пескованием). Как первый, так и второй метод приводят к длительному вторичному загрязнению окружающей среды. На участках выжигания пролитой нефти даже через 4 - 6 лет общее проективное покрытие растениями редко превышает 5 - 10 % площади.

Заращение такого рода техногенных экотопов начинается по трещинам образовавшейся на поверхности почвы плотной битуминозной корки.

Метод ликвидации аварий сжиганием широко распространен на нефтепромыслах Западной Сибири, однако сроки естественного восстановления нефтезагрязнённых почв при этом значительно увеличиваются. Следовательно, при сжигании нефтяного пятна не только увеличивается токсичность почв, но и затормаживается восстановление практически всех блоков экосистемы [17].

При рекультивации почв применяют следующие методы:

- механические;
- физико-химические;
- агротехнические;
- микробиологические;
- фитомелиоративные.

### **2.2.1 Механические методы**

Механическая очистка предусматривает сбор нефти и нефтепродуктов либо вручную, либо с помощью обычных, а также специальных машин и механизмов. Как правило, на первом этапе данного способа очистки производят локализацию пролитой нефти путем создания вокруг разлива с помощью бульдозера земляного вала около 1 м высотой. После этого, если позволяют местные условия, рядом с местом разлива нефти оборудуют котлован-отстойник, который устилают нефтенепроницаемой пленкой. Затем из места локализации нефть перекачивают в котлован (который, как правило, устраивают ниже уровня места разлива), а из него её отправляют на товарный склад для дальнейшей переработки. Степень механической очистки может достигать 80 % [18].

Для отделения нефти от загрязнённой почвы могут быть использованы центрифуги, которые применяют для очистки буровых растворов от выбуренного шлама. В нашей стране для этих целей используют центрифуги ОГШ-132 и ОГШ-502 с частотой вращения ротора 600 и 2560 об/мин

соответственно. Производительность центрифуги ОГШ-132 составляет 100 - 200 м<sup>3</sup>/ч. Этот способ позволяет производить экологически чистый сбор твёрдых отходов [17].

Одним из способов рекультивации почвы при ремонтно-восстановительных работах на нефтепроводе заключается в том, чтобы механически не допустить загрязнения плодородного слоя почвы. С этой целью перед началом вскрытия трассы его срезают на глубину 20 - 30 см и транспортируют бульдозерами в бурты временного хранения. После проведения ремонтно-восстановительных работ срезанная плодородная часть почвы возвращается на прежнее место [19].

### **2.2.2 Физико-химические методы**

Физико-химические методы применяются для очистки от нефти как самостоятельно, так и в сочетании с другими способами. Широко используются сорбционные методы. В качестве сорбентов применяют природные и синтетические адсорбционные материалы органической и неорганической природы. Для сорбции нефти и нефтепродуктов могут применяться такие вещества, как торф, торфяной мох, бурый уголь, кокс, рисовая шелуха, кукурузная лузга, древесный опил, диатомовая земля, солома, сено, песок, резиновая крошка, активированный уголь, перлит, пемза, лигнин, тальк, снег (лед), меловой порошок, отходы текстильной промышленности, вермикулит, изопреновый каучук и некоторые другие материалы. Особый практический интерес представляют сорбенты растительного происхождения (торф, опилки, ДВП и другие) ввиду их невысокой стоимости и значительного объема запасов. Сорбционная способность гранулированного торфа составляет 1,3 – 1,7 г/г, степень очистки – 60 – 88 %. Для удаления нефтепродуктов с водной поверхности применяют соцветия тростника. Их сорбционная способность изменяется от 11 до г нефти на 1 г тростниковых соцветий [17].

В качестве сорбентов используют также разнообразные отходы промышленных предприятий, которые весьма эффективны при сборе нефти с

поверхности воды и почвы. Они имеют низкую стоимость и высокую нефтепоглощающую способность.

Существуют различные способы очистки загрязненного нефтепродуктами грунта с использованием сорбционных материалов. Например, если в качестве адсорбента используют гидрофобизованные нефтепродуктами опилки, то методика очистки заключается в следующем: опилки смешивают с нефтезагрязнённой почвой, затем в данную смесь подают воду и всё перемешивают, опилки после данной процедуры всплывают и их удаляют с поверхности воды. При этом очистка грунта достигает 97 - 98 %. В качестве гидрофобизатора используется отработанное техническое масло. Для сбора пролитого масла или маслообразного продукта можно использовать рыхлую или крупчатую снежную массу: пролитое масло покрывают слоем снежной массы высотой 2 - 3 см, слегка его утрамбовывают, чтобы улучшить ее контакт с маслом, дают снежной массе некоторое время для пропитки маслом, после чего ее перемешивают. Обработку масла указанным способом ведут до тех пор, пока большая часть снежной массы не пропитается маслом, затем ее собирают в отдельную ёмкость, нагревают и отделяют выделившийся слой масла[17].

Наиболее широкое применение на практике получили торф и различные его модификации, древесный опил, перлит и различные марки активированного угля. Отечественная промышленность производит следующие марки активированных углей: БАУ, КАД-йодный, СКТ, АГ-3, МД, АСГ-4, АДБ, БКЗ, АР-3, АГН, АГ-5, АЛ-3 и некоторые другие, которые можно применять для очистки объектов окружающей среды от нефти и нефтепродуктов.

Торф - природное образование органической природы, возникшее в результате отмирания и неполного разложения болотной растительности в условиях повышенной влажности и недостатка кислорода. Это многокомпонентная система, содержащая как органические, так и минеральные вещества. В органическую часть входят битумы, извлекаемые из торфа различными органическими растворителями, они хорошо растворяются в воде

и легко гидролизуются. Кроме того, в состав торфа входят гуминовые и фульвокислоты, хорошо растворимые в щелочах и кислотах соответственно, а также трудно поддающийся микробному разложению лигнин. Сложная природа органического вещества торфа, его химический состав определяют его замечательное свойство - сорбционную способность. Использование торфа в качестве сорбента техногенных выбросов обусловлена его микроструктурой и дисперсностью, пористостью, клетчатой структурой, высокой удельной поверхностью (до 200 м<sup>2</sup>/г). Нефтепоглощающая способность мха при этой нагрузке составляет две весовые части нефти на одну весовую часть мха. Для сорбции 1 т нефти требуется около 1,5 т торфа естественной влажности, или 250 кг сухого. Сорбционная емкость торфа может быть увеличена различными приемами: тепловой обработкой, добавкой водоотталкивающих агентов и т. д. [17].

Для восстановления плодородия почв, загрязнённых нефтепродуктами, и изменения направленности почвообразовательного процесса в сторону их окультуривания предлагается после бурения скважин обрабатывать почву и грунт комплексными реагентами, включающими высокоактивные дисперсные адсорбенты. Для детоксикации слабозагрязнённых почв использовалась композиция следующего состава: клиноптилолит из расчета 80-100 т/га, диспергированный мел - 2,5 т/га, аммиачная селитра - 0,01-0,02 т/га. Отдельно растворенный силикон (0,005-0,01 т/га) добавляется к подготовленной смеси, и все компоненты перемешиваются 8-10 мин. Приготовленную композицию вносили в загрязнённые почвы на глубину 20-25 см из специально установленных навесных бачков с последующей заделкой ротационной бороной БИГ-3.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что обработка загрязнённых нефтью почв предлагаемой композиции приводит к изменению дисперсности с образованием дополнительного кристаллического каркаса, что сопровождается изменением структурно-механических, адсорбционных свойств почв в широком диапазоне. Токсичность загрязнённых почв,

составлявшая до обработки 35 %, уменьшилась до 17 %. Это свидетельствует об интенсификации процессов сорбции нефтепродуктов, что влияет на изменение структурного типа почвы и улучшает её агрономические свойства. После обработки почв содержание тяжелых фракций нефти составляет 0,3 %, что соответствует слабой степени загрязненности; интенсивно восстанавливается водный режим, о чем свидетельствуют содержание микрореагентов и изменение фильтрационной способности. Создаются нормальные условия для питания растений, и это обеспечивает их выживаемость до 95 % [17].

Одно из самых основных свойств, которым должен обладать сорбент, применяемый для очистки нефтезагрязнённых объектов, - его гидрофобность. Такие свойства присущи, например, древесному углю и пиролитическим отходам целлюлозно-бумажной промышленности. При пиролизе отходов древесины на лесокombинате "Балыклес" г. Нефтеюганска производят пиролитический продукт с хорошими сорбционными свойствами в отношении углеводородов нефти. Подобный сорбционный материал, названный "Илокор", - это продукт пиролиза отходов древесины, полученный по известной технологии и представляющий собой полидисперсный порошок с размерами частиц 0,3-0,7 мм. Его сорбционная ёмкость составляет 8Д - 8,8 г нефти на 1 г сорбента. На основе данного препарата получены две его модификации: "Эколан" и "Илокор-био". Эти сорбенты обладают не только хорошими сорбционными свойствами; их применение способствует быстрому восстановлению любого типа нефтезагрязнённых почв. Так, при внесении в нефтезагрязнённую почву с нагрузкой нефти 50 л/м<sup>2</sup> препарата "Эколан" в количестве 20 кг/м<sup>2</sup> происходило практически полное восстановление ее плодородия. Для восстановления выщелоченных чернозёмов потребовалось 3-4 мес, а для серых лесостепных почв - 7-8 лет. По мнению указанных выше авторов, при внесении в загрязнённую почву данного препарата резко снижается токсичность почвы, что происходит, по-видимому, благодаря сорбции лёгких фракций нефти.

Дешёвый и экологически чистый препарат "Эконафт" был разработан фирмой "Инство". Расход этого вещества для обезвреживания нефтемаслоотходов составляет 0,3-1,0 т на 1 т отходов в зависимости от степени загрязнения. После смешения препарата с загрязнённой землёй или другими нефтемаслоотходами процесс адсорбции завершается через 30 - 40 мин. При этом утилизируемый материал приобретает вид гранул, прочный наружный слой которых герметизирует адсорбированные жидкие загрязнения и изолирует их тем самым от земли. Полученные гранулы не смачиваются водой, морозоустойчивы и стойки при хранении. Смешанные с землёй гранулы могут быть использованы в качестве наполнителя в производстве строительных и дорожных материалов.

Разработаны методы обезвреживания нефти и нефтепродуктов путём их связывания и превращения в твёрдые образования. При введении в смесь жидких и твёрдых углеводов портландцемента образуется состав, который затем подвергают сушке. При этом углеводороды оказываются как бы покрытыми слоем цемента, изолирующим данный состав от соприкосновения с окружающей средой. Далее происходит застывание цемента в виде формы, которая придается смеси на начальном этапе перемешивания [18].

В другом случае осуществляют смешивание нефти и нефтепродуктов с известковой вяжущей пастой на водной основе. Полученную смесь формируют в блоки удобных для последующей транспортировки или захоронения размеров и выдерживают до затвердения, в результате чего достигается капсулирование экологически вредных веществ в твёрдой цементирующей массе. Для ускорения процесса отверждения и снижения расхода отвердителя в композиционную смесь добавляют нетоксичную окись хрома, образующуюся при термическом разложении двуххромовокислого аммония. Окись хрома, полученная при термическом разложении двуххромовокислого аммония, рассыпается по поверхности отверждаемой жидкости. Благодаря сильно развитой структуре поверхности окись хрома поглощает нефть, нефтепродукты и растительные масла [19].

Среди обширного класса сорбентов наиболее эффективными для удаления с поверхности органических загрязнителей являются искусственные сорбенты многократного пользования с высокоразвитой открытопористой структурой. К таким материалам относится, например, сорбент, созданный на основе карбамидного олигомера, специальным способом вспененного и превращённого в поропласт с высокоразвитой межфазной поверхностью. Он обладает прекрасными олеофильными свойствами и высокой сорбционной способностью: 1 г такого сорбента может поглощать до 60 г нефти и нефтепродуктов в зависимости от плотности сорбента; скорость сорбирования составляет от нескольких минут до 1-2 ч в зависимости от вязкости нефтепродукта. Сорбент позволяет осуществлять последующее простое извлечение собранного нефтепродукта (до 97%) методом отжима с целью его дальнейшей утилизации.

В Сибирском институте химии нефти СО РАН (г. Томск) исследована технология получения высокоэффективных адсорбентов на основе ультрадисперсных порошков металлов. Данные адсорбенты созданы на основе окиси алюминия и имеют неравновесную кристаллическую структуру, развитую поверхность и способны эффективно и быстро адсорбировать из воды органические вещества, нефтепродукты, тяжёлые металлы, радионуклиды, галогены и другие загрязнители. Кроме того, эти адсорбенты обладают способностью коагулировать и осажать коллоидные частицы железа, неорганических примесей и эмульсии органических веществ и нефтепродуктов в водной среде.

Твёрдые синтетические полимерные сорбенты (пенополиуретан, различные смолы) состоят из частиц, содержащих открытые поверхностные поры, которые способны удерживать углеводороды, и закрытые внутренние поры, придающие частицам хорошую плавучесть. Такие сорбенты не поглощают воду, но способны поглотить 2-5-кратный объем углеводородов. На некоторых предприятиях США для удаления нефти с поверхности воды

используют хлопья полиуретановой пены, которая в дальнейшем собирается и отжимается с помощью специального устройства.

Хорошими сорбционными свойствами обладают такие полимерные материалы, как вспененные полистирольные гранулы или фенолформальдегидная стружка. Одним из лучших материалов в сорбции нефти оказался "пламилод", который представляет собой специально изготовленную пластмассу. Данный материал может впитать в себя до 1 т нефти на 40-130 кг собственного веса [20].

Для очистки нефтезагрязнённой почвы используют также поверхностно-активные вещества. Они изменяют поверхностное натяжение нефтяной пленки, что способствует ее диспергированию и лучшему отделению сырой нефти и нефтепродуктов от частиц почвы. В настоящее время для данной цели используют детергенты искусственного и естественного происхождения.

Песчаная почва, загрязнённая нефтепродуктами, может быть очищена с помощью подогретой воды, в которую введены поверхностно-активные вещества. Данная операция осуществляется следующим образом. Почву промывают подогретой до 20 - 100 °С водой, из полученной жидкостной смеси путем отстаивания отделяют нефть и нефтепродукты, песок дополнительно промывают водным раствором, который содержит добавки ПАВ для отделения нефтяной пленки с поверхности частиц. Затем образующуюся водно-нефтяную эмульсию отделяют и обрабатывают деэмульгатором до образования отдельных слоев нефти и воды. После этого слои разделяют и путем отгонки отделяют деэмульгатор, который направляют для повторного использования. При этом степень очистки частиц песка составляет 98,0 - 99,9 %.

В Московском институте эколого-технологических проблем была создана установка для очистки грунта от нефти и нефтепродуктов. Принцип ее действия основан на использовании виброкавитационной экстракции загрязнений, содержащих нефть и нефтепродукты, с последующим разделением пульпы на чистый грунт и извлечённые нефтепродукты. В качестве экстрагентов разработчики предлагают использовать как пресную, так и

соленую воду, пар, нефть и различные углеводороды. Установка снабжена специально сконструированным экстрактором, который обладает высокими производительностью и эффективностью, а также оригинальным узлом для последующего отделения грунта от нефти и нефтепродуктов. Масса установки не превышает 55 т, ее производительность составляет 1 т загрязненного грунта в час. Расход воды - не более 200 кг на 1 т исходного грунта. Остаточная концентрация нефти и нефтепродуктов в грунте после его обработки не превышает 0,05 - 0,1 % (по массе). В этом же институте созданы растворы комплексных препаратов на основе полиалкиленгуанидинов (ПАГ), которые разделяют водно-нефтяные эмульсии.

Предложен термический способ очистки почвы от лёгких и средних по молекулярному весу углеводородов, при котором в пробуренную скважину впускают горячую смесь инертного газа и воздуха, затем ее поджигают, а продукты сгорания углеводородов откачивают на поверхность почвы в куполообразное защитное устройство, в котором продукты сгорания обезвреживаются и выбрасываются в атмосферу. Другой термический способ обезвреживания почвы, загрязнённой значительным количеством нефтепродуктов, заключается в удалении ее с загрязнённого участка и обработке на специальной установке. После предварительного нагрева горячими газами почву пропускают через горелку обрабатывающей установки, где из неё отсасывают в виде паров около 95 % присутствующих в ней углеводородов, которые направляются в отделение конденсации для превращения в жидкий нефтепродукт. Из камеры горения почву перегружают в камеру дожигания, в которой она нагревается до 1200 °С, в результате чего разрушаются оставшиеся в почве токсичные вещества. После завершающей обработки почва становится пригодной для обычного использования [17].

Методы поверхностной очистки от нефтяных загрязнений с помощью сорбентов весьма перспективны, так как эти методы просты в осуществлении, экологически безопасны и позволяют в дальнейшем легко утилизировать собранные нефтепродукты.

### 2.2.3 Микробиологические методы

Способность окислять углеводороды нефти обнаружена у многочисленных видов бактерий и грибов, принадлежащим к родам: *Acinetobacter*, *Acremonium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Proteus*, *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Serratia*, *Spirillum* и другие, и грибы – *Aspergillus*, *Candida*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aureobasidium* и некоторые другие. Микроорганизмы, использующие углеводороды нефти, являются главным образом аэробными, т. е. они минерализуют нефтяные углеводороды только в присутствии кислорода воздуха. Окисление углеводородов осуществляется оксигеназами. Промежуточными продуктами при распаде углеводородов являются спирты, альдегиды, жирные кислоты, которые затем окисляются до углекислого газа и воды.

Сразу после загрязнения почвы нефтью и/или нефтепродуктами основную роль играют физико-химические процессы. Их возможно интенсифицировать различными методами. После удаления из почвы наиболее токсичных лёгких фракций нефти существенную роль в очищении почв начинают играть микроорганизмы [21]. Для ускорения процессов микробной деструкции в почве углеводородов нефти в настоящее время применяют главным образом два подхода: стимуляцию аборигенной почвенной углеводородоокисляющей микрофлоры и интродукцию в нефтезагрязнённую почву углеводородоокисляющих микроорганизмов и их ассоциаций (бактериального препарата) [17].

Стимуляция естественной нефтеокисляющей микрофлоры основана на создании в почве оптимальных условий для её развития, в том числе нейтрализации изменений, вызванных попаданием в почву нефти [22]. Так, для улучшения водно-воздушного режима нефтезагрязнённой почвы рекомендуются её рыхление, частая вспашка, дискование, добавление композиций, улучшающих промывной режим и порозность загрязнённой почвы перемешивание с незагрязнённой почвой.

Д.Г. Звягинцев на основании анализа поведения почвенных микробных популяций пришел к выводу о том, что в самой почве есть достаточное количество разнообразных микроорганизмов, которые способны разлагать различные вещества, в том числе и углеводороды нефти. Однако для их оптимального развития необходимо создать условия. При внесении в почву микроорганизмов их численность через определённое время стабилизируется на каком-то конкретном уровне: Очень большое значение имеет фаза роста микроорганизмов, в которой они вносятся в почву. Интродукция в загрязнённую почву микроорганизмов, окисляющих углеводороды нефти, малоперспективна. К тому же интродукция штаммов и ассоциаций микроорганизмов в окружающую среду может привести к значительным изменениям микробоценоза и, в конечном счёте, повлиять на всю экосистему [23].

Однако, согласно другой точке зрения, введение новых углеводородоокисляющих микроорганизмов с бактериальными препаратами является оправданным при очистке нефтезагрязнённых почв северных территорий, где микробиологическая активность почвы слаба из-за непродолжительного тёплого сезона, сурового климата и специфических почвенных условий, особенно при техногенном воздействии [24].

Для ускорения процесса деградации нефти в почве к естественной ассоциации микроорганизмов часто добавляют чистые культуры микроорганизмов-деструкторов углеводородов нефти, выделенные из вероятных ареалов их распространения - загрязнённых нефтепродуктами почв из различных климатических зон. Наиболее активные штаммы микроорганизмов-деструкторов нефти в дальнейшем служат основой для создания бактериального препарата. Его действующим началом является искусственно подобранная ассоциация живых микроорганизмов, относящихся порой к различным таксономическим группам и имеющих различные типы метаболизма. Препарат обычно включает также необходимые питательные вещества, стимуляторы ферментативной деятельности штаммов, а иногда

сорбент, обладающий высокой сорбционной емкостью [17]. Первые бактериальные препараты, изготовленные на основе активных штаммов-деструкторов углеводородов нефти, состояли, как правило, из одного вида микроорганизмов. В дальнейшем было показано, что один микроорганизм не может использовать весь спектр углеводородов нефти, поэтому стали разрабатывать бактериальные препараты, состоящие из двух и более видов микроорганизмов-деструкторов.

Внесение в почву бактериального препарата резко ускоряет процесс биодegradации нефти, причем высокой эффективностью действия препарат обладает как при самостоятельном применении, так и в сочетании с полным минеральным удобрением (90 кг действующего вещества на 1 га). За два с половиной месяца наблюдения на опытных участках с применением биопрепарата разложилось 52 - 56 % нефти по отношению к контрольной необработанной нефтезагрязнённой почве. Принимая во внимание высокую степень загрязнения исследуемого объекта (10 мас.%), микробиологический метод можно отнести к весьма перспективным направлениям биовосстановления почвы [25].

Государственным предприятием "ГосНИИсинтезбелок" совместно с АО "Петронафт" (г. Алма-Ата) разработаны способ и установка по переработке нефтесодержащих грунтов методом низкотемпературного каталитического крекинга. Данный способ позволяет производить очистку при концентрации загрязнений не более 10 мас.%. При этом используется нефтеокисляющий биопрепарат "Олеворин", содержащий высушенные клетки бактерий с высокой углеводородокисляющей активностью. Во многие бактериальные препараты входят микроорганизмы рода *Rhodococcus*, особенно вид *R. erythropolis*.

Особую трудность представляет собой рекультивация нефтезагрязнённых земель в условиях Крайнего Севера, где пролитая на почву нефть может сохраняться в течение 20 лет и более. Многие традиционные подходы, разработанные для зон северной и южной тайги, чернозёмной полосы и более южных районов, достаточно успешно применяются и для борьбы с

нефтяными загрязнениями, однако в условиях болотистой тундры и лесотундры они практически не применимы. Почвы северных районов отличаются низкими значениями рН, маломощным органомным слоем, небольшими скоростями микробиологической деструкции органического вещества.

Была изучена возможность использования углеводородокисляющих бактерий для восстановления нефтезагрязнённых земель в условиях Крайнего Севера на территории Республики Коми. На основе микроорганизмов-деструкторов углеводов нефти, выделенных из местных нефтезагрязнённых почв, ею разработан бактериальный препарат МУС-1, который в местных условиях оказался в 2-2,5 раза более эффективным, чем известный отечественный коммерческий бактериальный препарат "Деворойл". Результаты проведённых исследований позволили сделать вывод о том, что в специфических условиях Крайнего Севера необходим комплексный подход к рекультивации нефтезагрязнённых почв - использование для стимулирования микробиологической деструкции нефти наряду с минеральными и органическими удобрениями бактериальных препаратов, изготовленных на основе аборигенной микрофлоры, подобранной с учетом качественного состава нефти. В дальнейшем эти же авторы разработали бактериальные препараты "Универсал" и "Унирем" [26].

Для эффективной деградации нефтепродуктов как путём стимулирования местного почвенного микробного ценоза, так и в результате использования бактериальных препаратов в почву необходимо вносить комплексное удобрение, содержащее основные макро- и микроэлементы, либо непосредственно в виде порошка в нефтезагрязнённую почву, либо с каким-нибудь сорбционным материалом, который перед использованием пропитывается минеральными соединениями и углеводородокисляющими культурами. Внесение такого сорбента в загрязнённую почву способствует активизации разложения нефти за счёт органо-минеральных компонентов сорбента и входящей в его состав углеводородокисляющей микрофлоры. Скорость деструкции нефти при использовании сорбента ускоряется в 3-5 раз

по сравнению с известными способами рекультивации, когда микробиологические препараты, минеральные удобрения и сорбенты вносятся в почву по отдельности [17].

Сорбент может применяться либо без микроорганизмов, только для сорбции нефти с последующим его сбором, либо с адсорбированной микрофлорой для активизации разложения нефти, причем состав микрофлоры может быть разным в зависимости от состава нефти и подбираться индивидуально для каждого случая. Например, сорбент, приготовленный из гидролизного лигнина, проходит предварительную биотехнологическую переработку, включающую полную нейтрализацию органических кислот и деструкцию фенолов, а также обогащение минеральными веществами и углеводородусваивающими микроорганизмами. Сорбенты, изготовленные на основе гидролизного лигнина, обладают гидрофобными свойствами и способны сорбировать от 5 до 15 г нефти на 1 г своей массы.

Некоторыми исследователями обосновано, что очистку от нефтяных загрязнений можно эффективно вести с помощью микромицетов. Эффект от их применения обеспечивает утилизацию 98-99 % нефтяных углеводородов на глубине до 10-15 см. В качестве основных деструкторов используют микромицеты, принадлежащие к родам *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* и некоторым другим. Например, штамм *Penicillium* sp. ЦМПМ F-107 предлагается использовать для поверхностной и глубинной очистки нефтезагрязнённой почвы [27].

Комплекс мероприятий по очистке почвенного покрова от нефтяного загрязнения должен включать два этапа. Первый этап связан с физико-химическими процессами, в результате которых содержание нефти снижается в основном за счет выветривания ее легких, наиболее токсичных фракций, а также вымывания и рассеивания загрязнителя. В это время происходит интенсивное окисление микроорганизмами легкодоступных фракций, однако общая биологическая активность остается на низком уровне. Педобионты представлены незначительным набором видов с широкой экологической

валентностью и высоким потенциалом размножения. На этом этапе наиболее эффективным приемом является рыхление. Посев сельскохозяйственных культур нецелесообразен. Второй этап связан в большинстве случаев с доминированием биологических процессов. Снижается токсичность почвы, увеличивается активность как микрофлоры, так и животного мира. Однако эти изменения очень неустойчивы. Внесение органических добавок и минеральных удобрений стимулирует процессы деградации нефти. Целесообразен посев устойчивых к загрязнению сельскохозяйственных культур. В то же время на этом этапе можно наблюдать вторичное увеличение токсичности, что может быть связано с токсичностью промежуточных продуктов распада нефти.

Интенсифицировать процессы естественного восстановления нефтезагрязнённых почв можно различными способами.

Самым эффективным мероприятием по сравнению с другими способами интенсификации микробиологической деградации углеводов нефти оказалось внесение в почву размельченных гребней и выжимок винограда, содержащих популяции дрожжей *Candida*. Высокая скорость разложения нефти способствовала быстрому восстановлению свойств почвы. Уже через несколько месяцев на поверхности обработанной почвы появлялась сравнительно густая растительность. Характерный показатель эффективности данного биопрепарата - появление в почве дождевых червей. Положительное воздействие биопрепарата объясняется улучшением аэрации почв и соответственно созданием условий, оптимальных для жизнедеятельности как естественной почвенной микрофлоры, так и популяции микроорганизмов, входящих в состав биопрепарата. В то же время гребни и выжимки винограда содержат достаточно свободных сахаров (0,2 - 0,7 %), что может обеспечивать разложение углеводов в соокислительных процессах. Внесение биопрепарата на основе опилок менее эффективно, хотя почвы в этом варианте также характеризовались высокой биологической активностью [28].

Поверхностно-активные вещества, вырабатываемые некоторыми микроорганизмами, успешно используются для очистки бытовых сточных вод,

а также загрязнённой углеводородами почвы. Было изучено 150 культур углеводородокисляющих микроорганизмов; большинство из них проявляло эмульгирующую способность по отношению к гексадекану, керосину, дизельному топливу и нефти. Максимальный индекс эмульгирования для данных углеводородов составлял 59, 54, 100 и 31 % соответственно [28].

Минерализация углеводородов микроорганизмами - это сложный процесс, зависящий от различных факторов окружающей среды. Первый этап деградации углеводородов - их окисление с помощью мембран связанных оксигеназ, осуществляющих активный контакт молекулы углеводорода с микробной клеткой. У бактерий имеется два механизма взаимодействия с углеводородами. Первый заключается в том, чтобы адсорбироваться на поверхности нефти и таким образом использовать её. Второй механизм состоит в том, что некоторые бактерии выделяют в окружающую среду вещества, обладающие поверхностно-активными свойствами (биоэмульгаторы), под действием которых нефть превращается в эмульсию.

Биоэмульгаторы представляют собой высокомолекулярные вещества - анионные полисахариды или белки. Синтезировать их способны многие роды микроорганизмов, например *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Rhizobium* и некоторые другие [17].

Таким образом, микроорганизмы-деструкторы, выделенные из естественного микробиоценоза, исключают непредсказуемые экологические последствия, возможные при использовании посторонних видов микроорганизмов. Также культуры микроорганизмов-деструкторов отличает низкая себестоимость; возможно применение для ликвидации замазученности нефтью и нефтепродуктами (бензин, керосин, дизтопливо и др.) во всех регионах Земного шара.

#### **2.2.4 Агротехнические методы**

Естественный процесс минерализации нефти достаточно длителен, поэтому необходимо проводить мероприятия, которые могли бы ускорить данный процесс.

Агрохимическими методами рекультивации следует называть комплекс мероприятий, который включает вспашку и рыхление нефтезагрязнённой почвы, внесение минеральных удобрений и проведение мелиоративных работ на загрязнённой территории, а также посевов сидеральных культур. В случае необходимости возможна замена загрязненного верхнего слоя грунта плодородным субстратом. Весь комплекс агротехнических мероприятий - рыхление почвенных слоев, создание нормального соотношения между углеродом и азотом, известкование и гипсование, внесение необходимых макро- и микроэлементов - направлен на активизацию естественных процессов, происходящих в почве, оптимизацию условий жизнедеятельности почвенной микробиоты. Биологическая очистка почвы и грунтовых вод, загрязнённых различными органическими веществами, имеет значительное преимущество по сравнению с обычно применяемыми методами, поскольку при биологическом разложении вредных веществ до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и неорганических солей сохраняется биологическая активность почвы.

Поддержание почвы во влажном состоянии - один из агротехнических приемов управления биологической активностью, который оказывает эффективное воздействие на темпы разложения нефти и нефтепродуктов. Благоприятный водный режим почвы достигается путем полива. Улучшение водного режима, в частности, влияет на подвижность питательных веществ, микробную жизнедеятельность и активность биологических процессов. Наблюдения показали, что недостаток влаги замедляет зарастание рекультивированных участков. Воздействие на микробиологическую и ферментативную активность почвы усиливается при одновременном использовании агрохимических приемов, например внесения удобрений и рыхления.

При обработке нефтезагрязнённой почвы рекомендуется использовать сельскохозяйственные орудия для ротационной подготовки. Таким инструментом может быть, например, ротационный плуг марки ПР-2,7 или комбинированный лемешный плуг ПВН-3-35. На кафедре эксплуатации

машинно-тракторного парка Пермской сельскохозяйственной академии рассчитан, сконструирован и изготовлен экспериментальный плуг ПЛН-3-35 с активными рабочими органами и вертикальными роторами. Безусловно, вид агротехнической обработки каждой конкретной загрязнённой почвы должен определяться специалистами, в противном случае эффект от такой обработки будет значительно снижен [17].

В качестве эффективных приемов рекультивации загрязнённых нефтью почв предлагаются многократное рыхление почвы для улучшения аэрации, внесение органических и минеральных азотно-фосфорных удобрений, посев сидеральных культур, замена загрязнённого верхнего слоя грунта плодородным субстратом. Детоксикацию слабозагрязнённых нефтепродуктами почв рекомендуется производить с помощью заделки в почву ротационной бороной БИГ-3 мелиорантов следующего состава: клиноптилолит - 80-100 т/га, диспергированный мел - 2,5 т/га, аммиачная селитра - 0,01-0,02 т/га, а также отдельно приготовленный и внесённый в данную смесь перед обработкой загрязнённой почвы силикон - 0,005-0,01 т/га. [28].

Созданию оптимальных условий размножения и роста микробных клеток, в том числе и углеводородокисляющих, способствует внесение на загрязнённые участки таких минеральных удобрений – источников азота и фосфора, как калиевая или натриевая селитра, нитроаммофоска, аммиачная вода и суперфосфат в количествах, зависящих от уровня загрязнённости, но с таким расчетом, чтобы начальное соотношение между элементами углерод : азот: фосфор поддерживалось на уровне 100:10:1, что является оптимальным для роста бактериальных клеток. Очень часто на практике применяют такие широко распространенные мелиоранты, как навоз и солома. Навоз ускоряет процесс эмульгирования и микробиологического разложения токсических компонентов отработанных буровых растворов. Добавление соломы способствует аэрации почвы и развитию почвенных микроорганизмов. С соломой вносится значительное количество лигнина, представляющего собой резерв для адсорбции углеводородсодержащих веществ [29].

Для восстановления плодородия земель сельскохозяйственного назначения в период биологической рекультивации вносят навоз и известь. Рекультивацию нефтезагрязнённых земель, нарушенных при бурении нефтяных скважин пластовыми водами со слабой минерализацией, проводили путем внесения мелиоранта (фосфогипса) и навоза. Очистку осуществляли в течение трёх лет.

Период самовосстановления земель, нарушенных при строительстве скважин, составляет не менее 20 лет. Внесение разработанных многокомпонентных добавок сокращает срок мелиоративного периода до 5 лет. После окончания строительства нефтяных и газовых скважин для восстановления плодородия нарушенных земель могут быть использованы навоз и солома, ускоряющие биологическое разложение жидких отходов бурения. На территории буровых скважин закладывают дренажные траншеи глубиной 2,5 - 3 м, ширина которых составляет примерно 0,6 м. Траншеи выполняют параллельными рядами длиной 100 - 150 м с расстоянием между ними 4 - 5 м. Их заполняют на одну треть объёма навозом, предварительно обработанным фосфогипсом и смешанным с измельчённой соломой, и пропускают затем буровой раствор, который пропитывает эту смесь. Компоненты компоста и жидкие отходы бурения вносят в траншею в следующем соотношении: навоз - 10 - 15 %, фосфогипс – 2 – 3 %, солома - 20 - 30 % и жидкие отходы бурения - до 100 %.

Оригинальный метод разработан для предотвращения загрязнения посевного материала и ускорения разложения нефтепродуктов. На загрязнённую поверхность наносят слой сухого мохового очёса, предварительно перемешанного с раскислителем и фосфорно-калийными удобрениями, на него вносят семена и укрывают их также слоем сухого мохового очёса с раскислителем и фосфорно-калийными удобрениями, при этом азотные удобрения вносят с семенами. Моховой очёс болот представляет собой продукт низкой степени разложения, состоящий из отмерших растений мхов и лишайников. Очёс послойно сгребают в бурты для просушки. Перед

сгребанием на сухой очёс наносят разбрасывателем минеральные удобрения (известь, доломит или мел) из расчета 20 кг на 1 м<sup>3</sup> очеса и фосфорно-калийные удобрения из расчета 600 - 900 г хлористого калия и 500 г суперфосфата. Подготовленная таким образом смесь очёса с минеральными удобрениями и известью готова к употреблению и может храниться в течение нескольких лет. На загрязнённую поверхность может быть нанесена как в виде сухой россыпи, так и в виде ковра.

Механические, агротехнические и химические способы рекультивации нефтезагрязнённых земель зависят от степени загрязнения.

При малой степени загрязнения (10 л на 1 м<sup>2</sup> почвы) для восстановления земель было достаточно многократной механической обработки почвообрабатывающими машинами: плугами, культиваторами, оборудованными пассивной или активной рабочей частью. Полная рекультивация достигалась в течение года.

Если степень загрязнения достигала 24 л на 1 м<sup>2</sup>, рекультивацию проводили в течение двух лет. К механическим мерам воздействия добавляли агротехнические: проводили известкование, гипсование, вносили минеральные и органические удобрения, применяли эмульгаторы.

При высокой степени загрязнения (24 л на 1 м<sup>2</sup>) для восстановления почв применяют комплекс механических, агротехнических и химических мер. Наряду с механической обработкой почвы и внесением удобрений, загрязнённую почву обрабатывают химическими веществами, которые, вступая в реакцию с вредными элементами нефтепродуктов, образуют соединения, удаляемые из почвы под воздействием солнца, дождя, снега. Полная рекультивация достигается в течение трёх лет. Таким образом, с помощью агротехнических приемов можно ускорить процесс самоочищения нефтезагрязнённых почв путем создания оптимальных условий для проявления потенциальной катаболитической активности углеводородокисляющих микроорганизмов, входящих в состав естественного микробиоценоза.

### 2.2.5 Фитомелиоративный метод

Фитомелиоративный метод используется обычно на завершающем этапе процесса рекультивации загрязнённых нефтью почв. Сущность его заключается в посеве многолетних трав нефтетолерантных сортов.

В литературе приводятся следующие доводы в пользу посадки растений на загрязнённые нефтью почвы:

1. Рост корней приводит к рыхлению почвы, благодаря чему увеличивается доступ кислорода в более глубокие слои загрязнённой почвы.

2. Бобовые растения обогащают загрязнённую почву азотом, что стимулирует углеводородокисляющую микрофлору и самоочищение почвы от углеводородов нефти.

3. Растения способны самостоятельно метаболизировать углеводороды нефти [30].

Воздействие нефти на растения начинается сразу после посева семян в грунт. Наблюдается прямая зависимость между степенью загрязнения и всхожестью семян овсяницы луговой и костра безостого. Например, всхожесть семян овсяницы луговой при слабой степени загрязнения составляет 42,5 %, при средней - 9,8 % и при сильной - 3,7 %. В большей степени влияние нефти сказывается на росте растений, а не их развитии. Особой разницы в развитии растений под воздействием нефти не наблюдалось. На протяжении трёх лет жизни растений не выявлены и какие-либо морфологические аномалии. Из внешних проявлений воздействия нефти необходимо отметить побурение и засыхание листьев, особенно у молодых растений [30]. Однако при определённых условиях проявляется стимулирующее действие нефти на рост растений. Из них решающее значение имеют степень загрязнения (доза нефти), а также агротехнический фон и срок посева [31].

Фитомелиоративный метод наиболее полно изучен И.И. Шиловой (1988). Она одной из первых исследовала фитомелиоративный способ ускорения деградации нефти при посеве в нефтезагрязнённую почву многолетних трав на фоне ряда агротехнических приемов. После трёхлетнего

периода наблюдений за состоянием культурных фитоценозов она пришла к следующим выводам:

1. Биологическая рекультивация дренированных участков нефтезагрязнённых земель легкого состава при слабой и средней степенях загрязнения возможна путём применения фитомелиоративных способов с использованием многолетних травянистых растений. В случае сильного загрязнения эти приемы неэффективны.

2. Посев многолетних травянистых растений непосредственно в грунт, загрязнённый нефтью, без внесения органических удобрений (навоз, торф) непригоден при проведении рекультивационных мероприятий. В этом случае растения к концу первого и началу второго года жизни почти полностью выпадают или формируют очень незначительную фитомассу, не обеспечивающую выполнение культурным фитоценозом фитомелиоративных функций. Внесение в нефтезагрязнённый грунт одних минеральных удобрений дает кратковременный и в целом незначительный положительный эффект и не может рекомендоваться в качестве способа мелиорации.

3. Лучшим агротехническим приёмом при выращивании многолетних трав на нефтезагрязнённых землях следует считать применение торфа или навоза с внесением минеральных удобрений.

4. Оптимальными сроками высева многолетних трав на нефтезагрязнённых землях при слабой степени загрязнения следует считать 1 мес, при средней - 1 год.

5. Как сырая, так и товарная нефть оказывает сильное влияние на рост растений и состояние культурного фитоценоза в целом. Она резко снижает всхожесть семян и густоту травостоя, вызывая его сильное изреживание и оказывая ингибирующее действие на рост оставшихся (выживших) растений, что проявляется у многолетних злаков в усилении кущения (рост в высоту при этом не увеличивается) и соответствующем увеличении мощности растения (массы одного растения). Продуктивность культур фитоценоза при этом уменьшается (за счет изреживания травостоя). Большой "изреживающий

эффект" вызывает сырая нефть. Степень воздействия нефти зависит от дозировки (степени загрязнения), агротехнического фона и срока посева.

6. Для формирования культурных фитоценозов на дренированных участках нефтезагрязнённых земель наиболее перспективны следующие злаки (перечисление дается по степени уменьшения нефтетолерантности): ежа сборная, полевица белая, тимофеевка луговая, овсяница луговая, овсяница красная, костёр безостый, костёр прямой, бекмания восточная, волоснец сибирский, а также бобовые: люпин многолетний, люцерна рогатый, клевер шведский, клевер луговой, клевер ползучий. Из дикорастущих видов местной флоры, самопроизвольно поселяющихся на нефтезагрязнённых землях, для целей рекультивации могут быть рекомендованы пырей ползучий, вейник наземный и канареечник тростниковидный. На использованные приемы агротехники они реагировали аналогично культурным растениям, однако требовали повышенной нормы высева при глубине заделки семян 2,5-3 см в предварительно подготовленную почву. До и после посадки проводили прикатывание катком. При этом эффект является долговременным (прослеживается более 10 лет); способ эффективен при самых сильных загрязнениях, нетрудоемок, исключает применение других мелиорантов, содействует значительному уменьшению содержания в почве 3,4-бенз(а)пирена.

7. Биологическая рекультивация нарушенных земель под пашню включает двукратное снегозадержание путем устройства валиков через 8-10 м в течение двух лет; ежегодное весеннее боронование в два следа; внесение органических и минеральных удобрений; вспашку на глубину 20 - 22 см с одновременным боронованием; сплошную культивацию и предпосевное боронование в два следа; прикатывание почвы до и после посева, посев трав в первый год; прикатывание сидератов на пашне на второй год освоения и дискование их на глубину до 30 см с одновременным боронованием осенью второго года. После завершения мелиоративного периода рекультивированные участки пашни можно использовать в системе необходимого севооборота.

Мелиоративный срок восстановления нарушенных земель под пастбища составляет 3 года. В первый год разовое внесение органических удобрений под основную вспашку составило 30 т/га

8. Сравнение урожайности растений свидетельствует о том, что на грунтах, загрязнённых нефтью в средней и, особенно, слабой степени, при совместном внесении торфа или навоза с минеральными удобрениями возможно создание культурных фитоценозов, незначительно уступающих по продуктивности сельскохозяйственным угодьям. Культурные фитоценозы, формирующиеся на грунтах, загрязнённых нефтью в сильной степени, даже при соблюдении указанных агротехнических приемов, обладают очень низкой продуктивностью, при которой их фитомелиоративная роль для целей рекультивации неудовлетворительна [30].

Таким образом, при проведении комплекса фитомелиораций по реабилитации этих территорий необходимо: во-первых, подбирать наиболее толерантные к конкретному загрязнителю виды декоративных растений, способных достаточно хорошо произрастать в экстремальных условиях атмосферного и почвенного загрязнения; во-вторых, при выращивании подобранных культур важно, чтобы они очищали почву от загрязняющих веществ, выполняя функции фитомелиорантов.

Высевают фитомелиоранты после нанесения почвенного слоя и проведения комплекса агротехнических работ в основном в два этапа. На первом этапе высаживают растения-фитомелиоранты, способные выносить из почвы загрязняющие вещества. На втором этапе высевают дернообразующие травы. Травосмесь желательно составлять из двух, трех и более компонентов с таким расчетом, чтобы обеспечить хорошее задернение рекультивируемой территории [30].

Травы, используемые для рекультивации, должны быть апробированных сортов и местных популяций. Высаживаемые растения должны быстро акклиматизироваться, обладать устойчивостью к неблагоприятным условиям микроклимата и отрицательным физическим и химическим свойствам грунта,

иметь сильно развитую корневую систему, обладать способностью к симбиозу с микроорганизмами.

Озеленение подобных территорий не завершается посадкой растений, а представляет собой длительный и трудоемкий процесс, требующий регулярного ухода за растительностью. Рекультивацию можно считать завершенной после создания густого и устойчивого травостоя, при этом концентрация остаточных нефтепродуктов со значениями коэффициента окисления нефти более 90% не должна превышать в среднем по участку 8,0% в органических и 1,5% в минеральных и смешанных грунтах [30].

### **Глава 3. Рекультивация нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (Ямало-Ненецкий автономный округ)**

#### **3.1 Краткая характеристика и законодательная база технологии рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении**

Для рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (ЯНАО) пользуются технологией рекультивации загрязнённой нефтью и нефтепродуктами почвы при помощи выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов [32].

«Технология рекультивации загрязнённой нефтью и нефтепродуктами почвы при помощи выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов» (далее «Технология...») включает в себя несколько отдельных направлений с различными техническими мероприятиями, но с единой основополагающей – культуры микроорганизмов-деструкторов нефти:

- рекультивация загрязнённых нефтью и нефтепродуктами почв с помощью микроорганизмов деструкторов.
- обезвреживание нефтезагрязнённого грунта и нефтешламов биологическим способом [32].

В «Технологию...» включены два направления, к каждому из которых разработаны этапы мероприятий направленные на очистку ландшафтов от нефти и нефтепродуктов. Данная «Технология...» позволяет интенсифицировать процесс рекультивационных мероприятий в связи с детально разработанным, чётко структурированным планом производства работ направленных на очистку территории нефтепромыслов и загрязнённых нефтью и нефтепродуктами участков. [32].

Настоящая «Технология...» разработана в соответствии с законами Российской Федерации и созданными на их основе дополнениями и приказами в последующее время:

- Закон РФ «Об охране окружающей среды»;

- Закон РФ «Об отходах производства и потребления»;
- Закон РФ № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Закон РФ № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г. «О техническом регулировании» [32].

### **3.2 Этапы рекультивации нефтезагрязнённых земель**

Работы по рекультивации земель, нарушенных вследствие нефтяных загрязнений, выполняются, с соблюдением норм и правил действующего природоохранного законодательства Российской Федерации, так, чтобы воздействие работ на окружающую среду было минимальным и не сопровождалось дополнительным загрязнением, ухудшающим состояние нарушенной территории, а восстановленные компоненты экосистемы стали максимально приближенными к исходным.

В таблице (Приложение Б) представлены последствия факторов условий загрязнения и первоначальные методы борьбы с ними.

#### **3.2.1 Подготовительный этап.**

На подготовительном этапе рекультивационных мероприятий происходит натурное обследование участка, а также проводятся полевые исследования каждого отдельно взятого нефтезагрязнённого участка. На этом этапе осуществляется:

- сопоставление загрязнённой площади с предварительными маркшейдерскими съемками (нахождение и сравнение участка с существующими картами и паспортами нефтезагрязнённых участков);
- описание рельефа поверхности нефтезагрязнённого участка (обводненность, формы рельефа, уклоны и т.д.), необходимые для более эффективной и детальной разработки плана проведения рекультивационных работ, направленных на улучшение и эффективность биологического разложения углеводородов;

- отбор проб с нефтезагрязнённого участка согласно существующим ГОСТам и нормативам по отбору проб [33], для определения количества нефтепродуктов и солей на данном участке;
- фотосъемка участка до рекультивации (с учетом характерных для данного участка привязок);
- определение кислотности, характера загрязнения, степени замазученности участка, вероятность динамики (увеличения или уменьшения) площади разлива и т.д., с помощью технических средств, а также визуального осмотра всего участка.
- согласование с ЦТОиРТ и ОЛАП подъездов к участку и определение фрезерующей техники (в зависимости от природных физико-географических комплексов).

На основании этих данных технологом разрабатывается план проведения рекультивационных мероприятий для каждого отдельного участка с учетом его индивидуальных особенностей и характеристик. Отобранные с участка пробы, передаются в аккредитованную лабораторию в близлежащем населенном пункте, для детального анализа и расчета количества и качества загрязнённых веществ в почвах, по существующим определенным методикам. Технологом составляется технологическая карта-схема (для каждого отдельного участка) с нанесением на ней площади загрязнённой территории, характерных видимых привязок, направление захода тяжёлой техники, а также расписаны этапы рекультивации с внесением всего необходимого комплекса компонентов.

После проведения натурного обследования, на начальном этапе происходит заезд ковшовой техники на участок (УДС, экскаватор и т.д.), целью которой является копание приямков (ям для сгона нефти и нефтепродуктов), в наиболее удобных для откачки местах. Как правило, это низинные, находящиеся рядом с дорогой участки, откуда производится откачка нефти и нефтесодержащей жидкости с помощью специализированных установок и устройств, а также машин (АКН, агрегаты, вакуумники-нефтесборщики,

илососы и др.). Собранный механическими способами с участков нефть вывозится и сдаётся на ППН, ЦППН, откуда она поступает в оборот, либо закачивается обратно в скважину [34].



Рисунок 4 – Приямok для сбора нефти [54]

Параллельно с этими работами происходят подготовительные мероприятия, по очистке участка по всей площади от сухих деревьев, пней, строительных отходов, древесных порубочных остатков, мусора и т.д. Также происходит планировка нефтезагрязнённой территории участка (сравнивание обваловки, закапывание искусственных неровностей рельефа во время устранения аварии на трубопроводе и т.д.). Валка леса, раскорчевка пней и транспортировка порубочных остатков необходима для более качественного прохождения тяжелой техники оснащенной высокооборотистой фрезой, в результате чего процесс фрезерования происходит более тщательно и эффективно. Этими работами занимается отдельная бригада, которая должна быть оснащена всем необходимым оборудованием (бензопилами, трелёвочными тракторами, тросами и т.д.).



Рисунок 5 – Участок, требующий уборки сухих деревьев [54]

Вырубленные деревья могут быть использованы при строительстве лежнёвого настила дорожного полотна, при переездах тяжёлой техники через трубопроводы, дороги, при сооружении временных дорог и т.д. В случае, когда лес для строительных целей вывозить экономически не рентабельно и проблематично, стволы деревьев закапываются в земле, либо складываются вдоль кромки нефтезагрязнённого участка, согласно с проектной документацией [34].

Подготовительные мероприятия являются важнейшим этапом рекультивации и при планомерном и своевременном графике производимых работ обеспечивают наиболее эффективный результат в процессе последующих стадий восстановления почвенных экосистем. При максимальной откачке нефти с участка процессы восстановления и биоремедиации данной системы проходят значительно продуктивнее (Приложение В), а остаточное количество нефтепродуктов способно наиболее быстро подвергнуться процессам окисления и разложиться до простейших, легко усваиваемых в природной среде элементов [32].

### 3.2.2 Основной этап.

Мастером или технологом с представителем ЦТОиРТ проводятся работы по вешкованию действующих трубопроводов, а также решаются вопросы по согласованию непосредственно на участке по определению мест переезда через трубопроводы и необходимость отсыпки на том или ином участке трубы. Перед проведением работ на участке следует согласовать работы по рекультивации с ЦТОиРТ и получить наряд-допуск и акт-допуск на производство работ.

Основной этап характеризуется непосредственно фрезерованием нефтезагрязнённых горизонтов почв с внесением полного комплекса необходимых компонентов: удобрений, травосмесей и микробиологического деструктора. Фрезерование оптимизирует процессы обогащения загрязнённых почвенных горизонтов кислородом, (необходимым элементом для более эффективного окисления углеводородов). Для этого должна быть составлена технологическая карта (Приложение Г) с соблюдением всех норм внесения биопрепарата, удобрений и семян [32].



Рисунок 6 – Процесс внесения микроорганизмов-деструкторов нефти [54]

Расчет количества минеральных удобрений вносимых на нефtezамазученный участок производится, по действующему веществу, согласно данным таблиц 3, 4.

Таблица 3 – Норма внесения комплексных минеральных удобрений совместно с культурой микроорганизмов - деструкторов на 1 га замазученной территории при фрезеровании на глубину 25 – 30 см [32]

<b>Н/П (г/кг)</b>	<b>Сухой б/п (кг)</b>	<b>Жидкий б/п (л), с плотностью 10<sup>7</sup> клеток на 1 мл</b>	<b>Инокулят на торфе (кг)</b>	<b>Азофоска</b>	<b>Нитро- аммофоска</b>
Менее 100	15	10000	120	300	280
100-250	20	15000	150	570	540
Более 250	25	20000	200	950	900

Таблица 4 – Норма внесения минеральных удобрений совместно с культурой микроорганизмов - деструкторов на 1 га замазученной территории при фрезеровании на глубину 25 – 30 см [32]

<b>Н/П (г/кг)</b>	<b>Сухой б/п (кг)</b>	<b>Жидкий б/п (л) с плотностью 10<sup>7</sup> клеток на 1 мл</b>	<b>Инокуля т на торфе (кг)</b>	<b>Аммиач -ная селитр а (кг)</b>	<b>Диам- моний фосфат (кг)</b>	<b>Хлорис -тый калий (кг)</b>	<b>Всего удоб- рений (кг)</b>
Менее 100	15	10000	120	150	60	50	260
100- 250	20	15000	150	300	120	90	510
Более 250	25	20000	200	500	200	150	850

Согласно технологической схеме, составленной технологом, в которой прописывается расчет норм внесения удобрений, раскислителей, инокулированного торфа, жидкого биопрепарата, овса (травосмесей) необходимых на каждый отдельный нефтезагрязнённый участок, производится основной этап рекультивации. В случае переезда вездеходов через действующие трубопроводы, следует устраивать лежнёвый настил поверх трубы, проводить инструктаж по технике производственной безопасности рабочих и т.д. После всех перечисленных и подготовительных мероприятий на нефтезагрязнённый участок заезжает тяжёлая техника, оснащенная фрезой. Работы по фрезерованию проводят специальные бригады [32].

После выполнения вышеперечисленных операций приступают к рыхлению почвы путем фрезерования. Благодаря процессу фрезерования резко снижается концентрация нефти в верхних, наиболее загрязнённых слоях почвы путем разбавления его более чистым грунтом из нижних горизонтов. Также увеличивается поверхность соприкосновения остаточных нефтепродуктов с биологически активной средой, улучшается водно-воздушный режим почв, что позволяет равномерно распределить по пахотному слою почвы, вносимые минеральные удобрения и раскислители. Максимальная глубина (30 см) принимается для сильного уровня загрязнения (нефтепродукты превышают значение 250 г на 1 кг почвы). С уменьшением уровня загрязнения пропорционально снижается и глубина перемешивания почвы. Однако с целью более раннего высева трав можно во всех случаях применять глубокое (20 – 30 см) фрезерование. Рыхление почвы производится с одновременным внесением минеральных удобрений, раскислителей и культуры микроорганизмов-деструкторов [35] (Приложение Б, В), согласно технологической карте [Приложение Г].

При фрезеровании на меньшую глубину (мощность загрязнённого слоя менее 30 – 40 см), нормы расхода минеральных удобрений уменьшаются на понижающие коэффициенты (таблица 5):

Таблица 5 – Зависимость количества необходимых удобрений от глубины фрезерования с понижающим коэффициентом [32]

<b>Глубина фрезерования</b>	<b>Понижающий коэффициент</b>
20 см	1,5
15см	2,0
10см	2,5
До 5см	3,0

Следовательно, по мере уменьшения мощности загрязнённого горизонта почвы, расчет удобрений производится в пропорциональной зависимости, с учетом понижающих коэффициентов. Исходные данные рассчитываются с помощью визуальных наблюдений (типы почв, сорбционная ёмкость, качественные характеристики нефти и т.д.), а также на основании данных отбора проб загрязнённых почв с участка на предмет количественного содержания нефтепродуктов [35].

Основной этап рекультивации включает в себя фрезерование нефтезагрязнённого участка высокооборотистой фрезой закрепленной на базе гусеничных проходимых вездеходов (для твёрдых поверхностей), либо фрезой культиваторного типа, устанавливаемой на базе болотоходов (для топких, болотистых мест). Фрезерование является мощным регулирующим фактором, стимулирующим процессы самоочищения нефтезагрязнённых почв. Рыхление почвенных горизонтов положительно влияет на микробиологическую и ферментативную активность, так как способствует улучшению оптимальных условий жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, которые количественно и по интенсивности метаболизма доминируют в почвах и являются основными деструкторами углеводов. Рыхление и перепашка нефтезагрязнённых горизонтов с одной стороны: увеличивает диффузию кислорода в почвенные агрегаты, снижает концентрацию углеводов в почве, обеспечивает разрыв поверхностных пор, насыщенных нефтью; с другой стороны в то же время способствует распределению компонентов нефти и

нефтепродуктов в почве и увеличению активной поверхности. Обработка почвы (путем фрезерования) создает мощный биологически активный слой с улучшенными агрофизическими свойствами. В почве при этом создается оптимальный водный, газовоздушный и тепловой режим, растет численность микроорганизмов, увеличивается их катаболическая активность, усиливается эффективность почвенных ферментов, возрастает энергия биохимических процессов [35].

### 3.2.3 Внесение раскислителей

Раскислители – вещества, способные влиять на кислотные свойства почвы. Целью раскисления почв является достижение оптимальной  $pH = 5,5 - 7,5$ , при этой кислотной составляющей микробиологические процессы биодеструкции нефти протекают наиболее активно. В качестве основного раскислителя используется карбонат кальция  $CaCO_3$  (гашеная известь).

Расчет количества раскислителей производится на основании результатов определения гидролитической активности почвы и предполагаемой глубины перепашки по формуле (1):

$$D = 0,05 H \cdot d \cdot h \quad (1),$$

где  $D$  – норма внесения карбоната кальция (т/га);

$H$  – Гидролитическая кислотность почвы (мг-экв/100 г);

$d$  – Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>);

$h$  – Мощность раскисляемого слоя загрязнённой почвы (см);

Дополнительно к расчётной дозе вносится 0,3 – 0,35 т карбонатного материала на 1 т разлитой нефти. Расчет внесения раскислителя на нефтезагрязнённый участок определяется согласно таблицам 6 – 7, прямо пропорционально с учётом поправочного коэффициента ( $K$ ), который рассчитывается по формуле (2):

$$K = 0,04 \cdot h \quad (2),$$

где  $h$  – мощность рыхления верхних горизонтов (см).

Таблица 6 – Нормы внесения карбоната кальция для раскисления минеральных почв (т/га) в зависимости от рН [32].

<b>Почва \ рН</b>	<b>4,5 и менее</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>5,0</b>	<b>5,2</b>	<b>5,4 – 5,5</b>
Песчаная	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
Супесчаная	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
Легкосуглинистая	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5
Среднесуглинистая	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистая	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
Глинистая	7,5	6,5	6,0	5,5	5,0	5,0

Таблица 7 – Нормы внесения карбоната кальция для раскисления минеральных грунтов (т/га) в зависимости от рН [32].

<b>рН солевой вытяжки</b>	<b>При h = 1 см</b>	<b>При h = 25 см</b>
6,3	0,125	3,125
5,8	0,250	6,250
4,8	0,750	18,250
3,6	1,500	37,500
2,6	2,500	62,500

В случаях, когда перепашка рекультивируемого участка невозможна или нецелесообразна, при расчете норм внесения карбонатных материалов по формуле (1), принимают глубину известкуемого слоя почвы и, соответственно, норму внесения карбоната кальция (определённую по таблицам 6 и 7 для глубины вспашки  $h=25$  см) пересчитывают в соответствии с таблицей 8. [35]. Используя, в качестве удобрений аммиачную селитру, внесение гашеной извести на нефтезагрязнённый участок не допускается.

Таблица 8 - Применяемая глубина раскисляемого слоя и коэффициент пересчета норм карбоната кальция при невозможности перепашки грунта [32].

Тип грунта	h (см)	K
Торфяники	5	0,2
Проницаемый минеральный грунт	2,5	0,1
Глины и суглинки	0,5	0,02

#### 3.2.4. Фиторекультивация нефтезагрязнённых участков

После снижения концентрации нефтепродуктов до 8 % [35] осуществляется посев трав с разветвлённой корневой системой для создания оптимальных условий путем:

- ускорения разложения углеводов путем обогащения почвы азотом;
- улучшение газовой воздушного режима загрязнённой почвы;
- обогащения почвы биологически активными соединениями, выделяемыми в почву корневой системой [35];

Все эти перечисленные факторы от внесения травосмесей являются вспомогательным дополнением для всего комплекса микробиологического разложения углеводов.

Для фиторекультивации нефтезагрязнённых болотных и лесоболотных экосистем используют семена однолетних и многолетних трав (таблица 9).

На заболоченных грунтах Западной Сибири, даже при значительных нефтесодержаниях хорошо развивается из семян рогоз широколистый, развивая мощную систему придаточных корней и наземных побегов. Рогоз широколистый лучше развивается, если на поверхности нефтезагрязнённого грунта имеется небольшой слой насыпного песка. Успешно справляется с нефтезагрязнённым грунтом мятлик луговой.

Кроме перечисленных выше, по данным СИБНИИ НП [36], хорошие результаты в условиях торфяников Среднего Приобья дают посевы овса и многолетних трав (костёр, овсяница, канареечник, лисохвост).

Для повышения вероятности успешного развития травостоя, лучше использовать смеси семян нескольких трав.

Таблица 9 - Нормы внесения семян растений на нефтезагрязнённый участок [32].

<b>Растения</b>	<b>Нормы внесения (кг/га)</b>
Рогоз широколиственный	40
Мятлик луговой	35
Канареечник	20
Лисохвост	30
Осоковые	35
Костёр	35
Овёс	200

Фиторекультивация это важный этап в процессе восстановления продуктивности почвенных систем, после нарушения грунтов нефтью и нефтепродуктов. Внесение трав и травосмесей на участок загрязнённый углеводородами положительно влияет и в дальнейшем время, когда под воздействием уже растительных сообществ остаточное количество нефтепродуктов продолжает сокращаться в процессе роста и жизнедеятельности растений [36].

### **3.3 Доработка участка**

В результате проделанных работ в подготовительном и основном этапе происходит доработка участка, целью которой является устранение всех погрешностей полученных на протяжении всего технологического процесса. Это, прежде всего, фрезеровка межтрубного пространства, очистка загрязнённых нефтью берегов от упавшего уровня воды, уборка мусора с участка, дополнительное внесение удобрений и семян, а также микробиологического деструктора и т.д. Доработка участка проводится после завершения работ подготовительного и основного этапа, технологом составляется дополнительная схема и план мероприятий по доработке участка [32].

Доработка участков происходит с помощью отдельной бригады оснащенной всеми необходимыми техническими средствами. К мероприятиям по доработке относятся:

- Дополнительное внесение травосмесей, в том случае если по различным условиям (погодным, всхожесть трав и т.д.) на участке недостаточное количество всходов.
- Уборка мусора с участка.
- Планировка нефтезагрязнённого участка претерпевшего рекультивацию.
- Дополнительное внесение биопрепарата.
- Рекультивационные мероприятия межтрубного пространства.
- Планировка и просев мест заезда техники через трубы.

Также в этап доработки входит фотосъемка участка после рекультивации и сбор и подготовка документов (фотографии, акт проведения работ, паспорт нефтезагрязнённого участка, акты по количеству откаченной нефтесодержащей жидкости с участка, акты результатов отбора проб до и после рекультивации и др.) к сдаче уполномоченной комиссии на каждый рекультивированный участок [32].



Рисунок 6 – Участок до и после рекультивации [54]

### **3.4 Повышение качества работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель в Западной Сибири**

Нефтегазодобывающая отрасль производства является одной из базовых в экономике России. Основной объём добычи нефти приходится на Западную Сибирь. Ханты-Мансийский автономный округ - Югра даёт более половины всей добычи нефти в стране. Также добыча нефти осуществляется в Ямало-Ненецком автономном округе, Тюменской и Томской областях, в меньших объёмах в Омской и Новосибирской областях. Ежегодно сотни гектаров земли в Западной Сибири подвержены загрязнению нефтью.

Сложившаяся практика проведения рекультивации НЗЗ в России отражена в многочисленных технологических регламентах на проведение работ, получивших положительное заключение государственной экологической экспертизы. Проведены научные исследования, составлены отчёты о мониторинге восстановления земель. Однако, при этом у общественных экологических организаций и органов государственной власти, а порой и самих заказчиков данных работ – нефтедобывающих предприятий, возникают претензии к качеству проведения работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель.

Данный вид услуг природоохранного назначения давно превратился в прибыльный бизнес, со своими светлыми и темными сторонами, производственными хитростями и хорошо структурированным рынком спроса и предложения [37].

Особенностями геоэкологических условий региона добычи нефти в Западной Сибири являются:

- Короткое лето и относительно низкие температуры почвы, что негативно сказывается на жизнедеятельности организмов-деструкторов нефти.
- Распространение кислых почв, что является неблагоприятной средой для микроорганизмов.
- Сильная заболоченность территорий затрудняет работы на территории – проезд спецтехники, передвижение персонала [37].

При этом не всегда качественно и в полном объёме выполняются заявленные технологические операции:

- Проекты производства работ по рекультивации (ППР) как правило, низкого качества, представляют собой «клонирование» ранее написанных проектов.
- Вывоз нефтезагрязнённого грунта на шламонакопители сводится к минимуму, так как это дорогостоящая операция (работа экскаваторов и самосвалов, плата за размещение отходов), не исключаются случаи закапывания нефтезагрязнённого грунта на месте производства работ.
- Вносимый биопрепарат, содержащий микроорганизмы-деструкторы нефти, часто низкого качества. Отсутствие входного контроля, длительные сроки хранения, нарушения условий хранения, технологии подготовки и внесения на почву.
- Позднее внесение микроорганизмов в почву – август, сентябрь, когда температура почвы не позволяет им эффективно работать.
- Работа неквалифицированного персонала – отсутствие микробиологов, опытных мастеров-бригадиров.
- Частичная замена травосмесей многолетников на овёс. Овёс дешевле и хорошо всходит при внесении минеральных удобрений, но не даёт устойчивого проективного покрова в перспективе (не вызревает).
- Отсутствие практики независимого супервайзинга за ходом работ по рекультивации НЗЗ во многих нефтедобывающих предприятиях.
- Часто не учитываются погодные условия, особенности рельефа, тип почв [37].

Для повышения качества работ по рекультивации НЗЗ предлагаются следующие решения:

1. ППР по рекультивации должны выполняться специализированными организациями и включать в себя все аспекты работ по рекультивации.

2. Усиление контроля за качеством биопрепаратов, которые используются при рекультивации (обязательная маркировка, соблюдение условий хранения, подготовки биопрепарата к внесению).
3. Соблюдение технологии рекультивации и подстройка технологии под конкретную территорию и время рекультивации.
4. Подготовка квалифицированного персонала и постоянное его обучение (особенно инженеров-микробиологов).
5. Осуществление супервайзинга (профессионального контроля) за выполнением работ по рекультивации, в том числе независимый отбор проб почвы на содержание нефти после выполнения работ по рекультивации.

В настоящее время рекультивация нефтезагрязнённых земель проводится, как правило, без достаточного научного обоснования и без учета комплексной оценки загрязнённой территории. Ликвидация последствий аварийных разливов нефти проводится часто такими способами, в результате которых происходит необратимое уничтожение плодородного слоя почвы, частичная деградация, а то и полная гибель биогеоценоза. Существующие законодательные акты и нормативные требования устарели и требуют обновления. Особое внимание следует уделять исполнительной дисциплине, последовательности, срокам и полноте выполнения всех технологических операций. Часто работа выполняется некачественно из-за отсутствия должного контроля и невыполнения всех действий, предусмотренных регламентом.

#### **Глава 4. Социальная ответственность при рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (Ямало-Ненецкий автономный округ)**

Социальная или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [38].

Дипломная работа написана на тему рекультивации нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении. Для этого подробно показаны геоэкологические условия района выполнения работ – климат, характеристика почв, рельеф, гидрология, растительность. Исходя из природно-климатических условий территории Сугмутского нефтяного месторождения и существующих технологий рекультивации нефтезагрязнённых земель поэтапно показаны технологические операции рекультивационных работ, задействованные строительно-дорожная техника, оборудование и материалы.

Задачи главы заключаются в следующем:

1. Выявить негативные факторы, влияющие на организм человека при проведении полевых работ.
2. Выявить мероприятия по борьбе с негативными факторами влияющие на организм человека.

Работы проходили на территории Сугмутского нефтяного месторождения (Тюменская область, ЯНАО). Работы проводились в июне – июле 2015г. Температура воздуха 20 °С. Скорость и направление ветра 7 м/с, юго-западное. Работы велись в светлое время суток с использованием оборудования для сбора нефтепродуктов и ручного инструмента.

Каждый вид запланированных работ в проекте характеризуется своим набором вредных и опасных факторов (таблица 10):

Таблица 10 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при рекультивации НЗЗ на Сугмутском нефтяном месторождении (ЯНАО)

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 74 ССБТ с измен. 1999г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовительный этап;</li> <li>• Земляные работы (устройство траншей и приямков для сбора нефти);</li> <li>• Отмывка почвы от нефти с откачкой водонефтяной эмульсии, сбор жидкой нефти с водной поверхности;</li> <li>• Транспортировка собранной нефтесодержащей жидкости и грунта; Фрезерование;</li> <li>• Внесение раскислителей, удобрений, торфование, посев семян.</li> </ul>	<p>1.Отклонение показателей климата на открытом воздухе;</p> <p>2.Тяжесть и напряженность физического труда;</p> <p>3.Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.</p>	<p>1. Пожарная и взрывная безопасность *;</p> <p>2.Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов;</p>	<p>СП 12-136-2002 [39]; СанПиН 2.2.3.1384-03 [40]; Р 2.2.2006-05 [42]; ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ [44]; НПБ 105-03 [45]; СП 12-135-2003 [48].</p>

Примечание: Пожарная и взрывная безопасность описана как чрезвычайная ситуация (ЧС) (п. 4.3).

## **4.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

### **Отклонение показателей климата на открытом воздухе**

Климат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, величину атмосферного давления, интенсивность солнечного излучения и солнечную радиацию.

Летом в ЯНАО температура воздуха достигает + 30 °С, у человека наступает тепловой перегрев организма, приводящий к солнечному удару. При высокой температуре воздуха (+ 30 °С) у человека усиливается потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса.

Профилактика перегревания и его последствий осуществляется разными способами. При высокой температуре организуют рациональный режим труда и отдыха путём сокращения рабочего дня, введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом (в помещениях, обеспечивающих свободный доступ свежего воздуха, палатках для отдыха, под навесами). При проведении полевых работ в жаркие дни для исключения тепловых ударов нужно работать в головных уборах и обязательно иметь при себе индивидуальную фляжку с питьевой водой. При работе в изолирующей одежде при сухой жаркой погоде целесообразно применять охлаждающие накидки для облива водой [39].

Необходимо также иметь при себе полевую аптечку с необходимыми для этих случаев медикаментами (вата, бинт, анальгин, нашатырный спирт, алохол, альбуцид, но-шпа, зелёнка, перекись водорода).

### **Тяжесть и напряженность физического труда**

Физический труд характеризуется в первую очередь повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и его функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную), обеспечивающие его деятельность. Физическая тяжесть труда – нагрузка на организм, требующая

преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Классификация труда по тяжести производится по уровню энергозатрат, с учётом вида нагрузки (статическая или динамическая) и нагружаемых мышц. Если максимальная масса поднимаемых вручную грузов не превышает 5 кг для женщин и 15 кг для мужчин, работа характеризуется как лёгкая; 5-10 кг для женщин и 15-30 кг для мужчин – средней тяжести; свыше 10 кг для женщин и 30 кг для мужчин – тяжёлая [40].

### **Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися**

На территории ЯНАО основным возбудителем заболеваний является гнус.

Гнус является переносчиком возбудителей таких заболеваний, как энцефалит, жёлтая лихорадка, сибирская язва и др. К началу производства работ все рабочие должны быть привиты от возможных заболеваний.

Для защиты небольших групп работающего персонала от гнуса следует применять химические отпугивающие средства – репелленты, а также накомарники, мускаторы, накидки, нательные рубашки из сетчатого полотна.

Чтобы избавить большие группы работающего персонала от гнуса, следует уничтожать его, опыляя местность контактными инсектицидами в виде порошка или водной суспензии. Обработку местности проводят на территории, где работают или проживают люди. При этом вокруг неё устраивают барьер-зону шириной 30-50 м, внутри которой траву, кустарники, деревья опыляют препаратом.

Повреждения в результате контакта с насекомыми и животными могут представлять реальную угрозу здоровью человека. Наиболее опасными являются укусы заражённого клеща. При заболеваниях энцефалитом происходит тяжёлое поражение центральной нервной системы. Примерно у 50% больных, перенёсших клещевой энцефалит, надолго сохраняется паралич мышц, шеи, рук.

Профилактика клещевого энцефалита имеет особое значение в полевых условиях, особенно на территории ЯНАО. Меры профилактики сводятся к регулярным осмотрам одежды и тела не реже одного раза в два часа и своевременному выполнению вакцинации. Противэнцефалитные прививки создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу на целый год. Также при проведении маршрутов в местах распространения энцефалитных клещей необходимо плотно застегнуть противэнцефалитную одежду [41].

Медицинской службе заказчика и подрядчика необходимо разработать и реализовать мероприятия по защите персонала от возможных заболеваний. Мероприятия должны включать, как минимум, следующие энтомологические и эпизоотические требования:

- обеспечение персонала, участвующего в строительных и других работах на объектах специальной защитной одеждой, типа комбинезонов с капюшонами из лёгкой ткани;
- гигиеническое обучение персонала вопросам защиты от клещей и гнуса, мерам личной профилактики природно-очаговых инфекций;
- заключение договоров с близлежащими медицинскими учреждениями, по вопросам клиники, диагностики и профилактики природно-очаговых инфекций, а также создания запаса специфических иммунобиологических препаратов для экстренной профилактики лиц, подвергшихся риску заражения;
- обеспечение активного медицинского наблюдения за лицами, пострадавшими от укусов клещей, с обязательным лабораторным обследованием на основные природно-очаговые инфекции (клещевой энцефалит, болезнь Лайма).

Начальникам отрядов необходимо следить за наличием у работающего персонала справок о прививках и своевременно выполненной вакцинации [42].

## **4.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (техника безопасности)**

### **Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов**

Опасность травмирования возникает в результате использования инструмента с некачественной обработкой поверхности или имеющего дефекты при его изготовлении. В результате работник может получить различные травмы, от мелких царапин до глубоких ран.

Черенки лопаты должны быть тщательно обработаны наждачной шкуркой и не иметь крупных сучков. Торец черенка должен быть закруглен. Лом разборный не должен иметь трещин и зазубрин. Черенки зубила, кувалды, молотков и топора также должны быть обработаны шкуркой и не иметь сучков. Основания должны быть плотно посажены на черенки и расклинены.

Во время выполнения работ инструмент должен каждый раз осматриваться на наличие дефектов, а также должны использоваться средства индивидуальной защиты (голицы, каски) [43, 44].

## **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной ЧС на объекте, определённой территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, хозяйственной деятельности и окружающей среде.

На территории проведения работ по рекультивации могут произойти следующие чрезвычайные ситуации:

- аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ (оксид углерода, оксид азота, сернистый ангидрид, сероводород, формальдегид);
- транспортные аварии;
- пожары и взрывы;

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются аварийный разлив нефти, что ведет за собой загрязнение окружающей среды

пожар или взрыв. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

**Пожарная безопасность** – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожар на предприятиях чаще всего возникают из-за несоблюдения правил пожарной безопасности рабочими и инженерно-техническим персоналом. Наиболее часто пожары возникают из-за нарушения правил сварочных работ, применение открытого огня для обогрева коммуникаций, двигателей и помещений, курения в запрещённых местах, короткого замыкания в электропроводах.

При выбросе в атмосферу нефтепродуктов и их быстром испарении возможны взрывы и пожары, интенсивность которых определяется свойствами веществ, условиями хранения и массой выброса.

Согласно статистике, основными факторами воспламенения паров углеводородов являются ремонтные работы и другие источники, приводящие к образованию искр или открытого пламени. Источники инициирования взрывоопасных смесей на объектах хранения нефтепродуктов приведены в таблице 11 [45].

Таблица 11 – Источники инициирования взрывоопасных смесей [45].

<b>Источники</b>	<b>Распределение, %</b>
Источники зажигания при подготовке и проведении ремонтных работ	23,5
Атмосферное электричество	9,2
Статическое электричество	9,7
Неисправность электрооборудования	11,7
Другие источники	45,9

При пожаре возрастает угроза жизни персонала от токсичности продуктов горения, а также термического воздействия пожара. Опасность загрязнения природной среды связана, в основном, с загрязнением атмосферы продуктами горения нефти. При разливе нефти за пределы обвалования опасность загрязнения окружающей среды и угроза населению увеличивается.

При взрыве паров углеводородов, сопровождающийся горением нефти, воздействие на окружающую среду и население имеет форму ударного воздействия, возникшего в результате взрыва.

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [46] помещения и наружные установки в зависимости от способности к образованию взрывоопасных смесей или возгоранию находящихся в них материалов и веществ делятся на пожаро - и взрывоопасные.

Электрооборудование, контрольно-измерительные приборы, электрические светильники, средства блокировки, телефонные аппараты и сигнальные устройства к ним, устанавливаемые во взрывоопасных зонах, должны быть во взрывозащищённом исполнении и иметь уровень взрывозащиты, отвечающий требованиям ПУЭ [46].

Для ликвидации процесса горения необходимо прекратить подачу в зону горения горючего вещества и окислителя или снизить их поступление до значений, при которых горение не произойдёт. Это достигается охлаждением зоны горения ниже температуры самовоспламенения или понизить температуру горящего вещества ниже температуры воспламенения; разбавить реагирующие вещества негорючими веществами; изолировать горючие вещества от зоны горения [35].

Первичные средства пожаротушения - это устройства, инструменты и материалы, предназначенные для локализации и (или) ликвидации загорания на начальной стадии (огнетушители, внутренний пожарный кран, вода, песок, кошма, асбестовое полотно, ведро, лопата и др.).

К первичным средствам пожаротушения относятся:

- Ящики с песком;

- Кошма 1x1 кв.м., асбестовое полотно;
- Огнетушители;
- Вода

Асбестовое полотно и одеяло из кошмы применяют для тушения веществ и материалов, горение которых прекращается без доступа воздуха. Этими средствами полностью покрывают очаг пожара. Эти средства эффективны при пожаре, возникающем на гладкой поверхности (по полу помещения) и площади загорания меньше размера полотна или одеяла.

Песком тушат или собирают небольшие количества пролившихся легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), горючих жидкостей (ГЖ) или твёрдых веществ, которые нельзя тушить водой.

### **Огнетушители**

В настоящее время промышленность выпускает различные ручные, передвижные и стационарные огнетушители.

Для того чтобы успешно бороться с пожаром, необходимо чётко знать возможности и области применения каждого огнетушителя.

По содержанию огнетушащего вещества и функциональному назначению огнетушители делятся на углекислотные, воздушно – пенные, порошковые и аэрозольные огнетушители.

#### **Углекислотные огнетушители ОУ – 2; ОУ - 3; ОУ – 5; ОУ – 8**

Ручные огнетушители, представляют собой стальные баллоны с раструбом.

Огнетушащий эффект обусловлен снижением концентрации кислорода в зоне горения и охлаждением горящего. Все четыре устройства предназначены для тушения начальных возгораний различных веществ и материалов, а также электрооборудования под напряжением до 1000в. Это связано с тем, что диоксид углерода не содержит воды.

ОУ нельзя тушить:

- горящую одежду на человеке (может вызвать обморожение)

- пользоваться для прекращения горения щелочных металлов, а также веществ, продолжающих горение без доступа кислорода из окружающей среды (например: состав на основе селитры, нитроцеллюлозы, пироксилина).

Поскольку углекислота может улетучиваться из баллона, ее заряд следует контролировать по массе и периодически заправлять.

**Порошковые ручные огнетушители: ОП – 4(г); ОП-5(г); ОП-8(г);  
(газогенераторного типа)**

Порошковые огнетушители предназначены для тушения небольших загораний горючих жидкостей, электроустановок находящихся под напряжением до 1000в.

Ручные огнетушители состоят из стального корпуса внутри которого находится заряд (порошок) и баллон с рабочим газом или газогенератор.

**Порошковые ручные огнетушители: ОП – 2(з); ОП-3(з); ОП-4(з); ОП – 8(з)  
(закачного типа)**

Ручные огнетушители состоят из стального корпуса внутри которого под давлением находится заряд (порошок).

Порошковые огнетушители не рекомендуется применять в помещениях, где находится много информации на бумажных носителях (библиотеках), а также там, где используются компьютеры (классы информатики).

Нужно учесть, что поскольку порошки в основном обладают способностью замедлять скорость реакции горения и в какой-то степени изолировать очаг горения от кислорода воздуха, их охлаждающее действие невелико. Это может привести к тому, что при недостаточной толщине слоя порошка вследствие малых размеров зарядов огнетушителей возможны повторные вспышки от предметов, раскалённых при горении.

**Воздушно – пенные огнетушители: ОВП – 5; ОВП – 10**

Предназначены для тушения мелких очагов пожара твёрдых и жидких горючих веществ и тлеющих материалов при температуре окружающей среды не ниже +5°С. Состоит из стального корпуса, внутри которого находится заряд – раствор пенообразователя и баллон с рабочим газом.

Нельзя тушить электропроводку и электроприборы под напряжением.

**Воздушно – эмульсионные огнетушители с фторсодержащим зарядом  
ОВЭ - 5(6) - АВ – 03; ОВЭ-2(з); ОВЭ-4(з); ОВЭ-8(з) (тонкодисперсной  
струей)**

Новейший, высокоэффективный, экологически чистый и безопасный огнетушитель воздушно-эмульсионный закачной (с газовым баллоном высокого давления) предназначен для тушения пожаров твёрдых горючих веществ, горючих жидкостей и электрооборудования, находящегося под напряжением. В воздушно-эмульсионных огнетушителях в качестве заряда используют водный раствор фторсодержащего плёнкообразующего пенообразователя, а в качестве насадки – любой водный распылитель. Эмульсия образуется при ударе капель распылённого заряда огнетушителя о горящую поверхность, на которой создается тонкая защитная плёнка, а получающийся вспененный слой воздушной эмульсии предохраняет эту плёнку от воздействия пламени.

Огнетушителями ОВЭ тушить электропроводку и электроприборы под напряжением можно только тонкодисперсной струей.

**Аэрозольные генераторы (аэрозольные огнетушители) - СОТ – 1;СОТ –  
5м; СОТ – 5М**

Предназначены для ликвидации пожаров в замкнутых объёмах при горении ЛВЖ и ГЖ, твёрдых горючих материалов, электрооборудования (в том числе находящихся под напряжением).

Вода – наиболее распространённое и дешёвое средство, но из-за её электропроводности нельзя тушить электрооборудование, её используют для тушения лёгких нефтепродуктов, только в распылённом виде, иначе нефтепродукты всплывают и продолжают гореть [47].

Для тушения бензина применяют распылённую воду в виде капельных струй, с размером от 0,3 до 0,8 мм. Наилучший эффект для тушения ЛВЖ (легко воспламеняющаяся жидкость) достигается мелко распылёнными и туманообразными водяными струями.

Пена (химическая и воздушно-механическая) используется для тушения ЛВЖ.

Химическая пена образуется в результате реакции между щёлочью и кислотой в присутствии пенообразователя. Её состав: 80%  $\text{CO}_2$ , 19,7%  $\text{H}_2\text{O}$  и 0,3% пенообразователя.

Воздушно-механическая пена получается смешиванием воды, пенообразователя и воздуха.

Диоксид углерода применяют для тушения ЛВЖ. Для подачи  $\text{CO}_2$  применяют огнетушители стационарные установки. Порошковые составы сбивают и ингибируют пламя. Наиболее распространены порошковые составы на основе бикарбоната и карбоната натрия и калия, аммонийных солей фосфорной кислоты, силикагеля [45].

## **Глава 5. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

### **Расчёт затрат на проведение работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель Сугмутского нефтяного месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ)**

Для расчёта затрат на проведение работ по рекультивации НЗЗ Сугмутского нефтяного месторождения был использован расчет стоимости работ по рекультивации 1 га нефтезагрязнённых земель на территории месторождений Филиала "Газпромнефть-Муравленко" за 2015 год.

Расчёт выполнен в средних величинах, без уточнения объекта проведения работ. При конкретизации технологических показателей в проектной документации, цена может быть пересмотрена как в большую, так и в меньшую сторону.

Затраты на проведение работ по рекультивации складываются из:

- Транспортных затрат на производство работ;
- Заработной платы персонала;
- Материальных затрат.

Все затраты суммируются в итог, в котором указана стоимость рекультивации 1 га нефтезагрязнённых земель.

Расчёт транспортных затрат на производство работ производится исходя из методики определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. [49], а также из территориальных сметных нормативов ЯНАО [50], по которым устанавливается стоимость работ.

Рассмотрению подлежит определение количества машин в час, которое определяется согласно методам определения стоимости 1 машины в час эксплуатации строительных машин [49]. Цены берутся из территориальных сметных нормативов ЯНАО [50].

Транспортные затраты на производство работ по рекультивации представлены в приложении Д.

Заработная плата персонала состоит из количества рабочего персонала, времени, тарифной ставки, а также учитывается страхование персонала. Расчет заработной платы персонала представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Заработная плата персонала, страховые взносы на производство

Наименование работ	Кол-во человек, специальность	Кол-во чел-час	Тарифная ставка, руб. за 1 час	Сумма ФЗП+страх. взносы,руб.
1. Уборка сухостоя				31 749,58
Валка леса	Вальщик-2 чел	26,00	318,27	10 819,59
Трелевание леса	Чекеровщик -2 чел	11,00	293,46	4 220,69
Разделка древесины	Пом.вальщика-2 чел	22,00	293,46	8 441,38
Срезка кустарника и мелколесья	Вальщик-1 чел	11,00	318,27	4 577,52
Уборка мусора	Дорожный рабочий- 2 чел	11,00	256,59	3 690,41
3.Сбор нефтесодержащей жидкости с рекультивируемого участка				16 275,16
Смыв нефтепродуктов	Слесарь-ремонтник -1 чел	1,11	318,27	461,91
Сбор НСЖ при помощи бонов	Слесарь-ремонтник -2 чел	22,00	318,27	9 155,04
Сбор НСЖ вручную	Слесарь-ремонтник -2 чел	5,00	318,27	2 080,69
Откачка НСЖ	Слесарь-ремонтник -1 чел	11,00	318,27	4 577,52
5 Внесение извести				12 454,87
Внесение извести с болотоходной техники	Слесарь-ремонтник -2 чел	32,46	293,46	12 454,87
6.Внесение микробов-деструкторов и мин. Удобрений				3 319,00
Внесение микробов-деструкторов и мин. удобрений с болотоходной техники	Слесарь-ремонтник -2 чел	8,65	293,46	3 319,00
7.Барбатаж				3 836,99
Контроль за работой мотопомпы	Слесарь-ремонтник -1 чел	10	293,46	3 836,99
10.Посев трав				12 454,87
Посев семян с болотоходной техники	Слесарь-ремонтник -2 чел	32,46	293,46	12 454,87
11.Исполнительная съемка участка				8 790,58
Зарплата маркшейдера	инженер-геодезист	22,00	305,60	8 790,58
ИТОГО Заработная плата на производство				88 881,04

Численность человек разных специальностей, а также количество человек/часов рассчитывается исходя из рекомендаций по расчету норматива трудоемкости проектирования [51]. Тарифная ставка устанавливается согласно методическим рекомендациям по определению размера средств на оплату труда в договорных ценах и сметах на строительство и оплате труда работников строительного-монтажных и ремонтно-строительных организаций [52]. Страховые взносы устанавливаются на основе инструкции о составе фонда заработной платы и выплат социального характера [53].

Материальные затраты рассчитываются исходя из расхода сырья и материалов, а также топлива, необходимых на проведение работ по рекультивации. Количество сырья и топлива берётся из проекта производства работ (ППР).

Материальные затраты включают в себя:

- Сырьё и материалы (Таблица 13);
- Топливо, ГСМ (Таблица 14).

Таблица 13 - Материальные затраты на сырьё и материалы

Наименование	Ед.изм.	Кол-во (т)	Цена,руб	Сумма
Травосмесь	тн	0,2100	148 305,08	31 144,07
Овёс	тн	0,15	6 355,93	953,39
Азофоска	тн	0,5700	6 779,66	3 864,41
Известь	тн	2,1600	15 254,24	32 949,15
ИТОГО на 1 га				68 911,02

Материальные затраты учитывали затраты на Бензин АИ-92, который требовался на определенных этапах работ.

Таблица 14 - Материальные затраты на топливо, ГСМ

Наименование работ	Ед.изм.	Кол-во (л)	Цена,руб	Сумма
3.Сбор нефтесодержащей жидкости с рекультивируемого участка	л	1,88	29,70	55,84
4. Уборка сухостоя	л	42,00	29,70	1 247,40
6.Внесение микробов-деструкторов	л	14,71	29,70	436,89
7.Барбатаж	л	17,00	29,70	504,90
ИТОГО				2 245,02

Материальные затраты составили 71 156,04 руб.

После расчета транспортных затрат, заработной платы, материальных затрат, составлена итоговая таблица, в которой указана стоимость рекультивации 1 га, а также стоимость устройства 1 км подъездных путей, (Таблица 15).

Таблица 15 - Общий расчёт сметной стоимости работ по рекультивации

	Единица измерения	Транспортные затраты на производство	Контроль технологии	Заработная плата персонала+страховые взносы	Материальные затраты	Прямые затраты 2015 г.
1. Устройство подъездных дорог	1 км	2 743 527,61				2 743 527,61
2. Устройство технологических проездов	1 га	685 881,90				685 881,90
3. Уборка сухостоя	1 га	58 186,80		31 749,58	1 247,40	91 183,77
4.Сбор нефтесодержащей жидкости с рекультивируемого участка	1 га	15 526,50		16 275,16	55,84	31 857,49
5. Срезка и вывоз битуминизированного слоя	1 га	3 015 093,45				3 015 093,45
6.Отсыпка участка	1 га	1 321 722,88				1 321 722,88
7. Внесение извести	1 га	164 458,63		12 454,87	32 949,15	209 862,65
8.Внесение микробов-деструкторов и мин. удобрений	1 га	136 440,50	127 933,07	3 319,00	4 301,29	271 993,86
9.Фрезерование	1 га	36 875,72				36 875,72
10.Барбатаж	1 га			3 836,99	504,90	4 341,89
11.Посев трав	1 га	28 018,13		12 454,87	32 097,46	72 570,45
12.Исполнительная съемка участка	1 га	7 249,00		8 790,58		16 039,58
ИТОГО стоимость рекультивации 1 га				5 757 423,66		
ИТОГО стоимость устройства 1 км подъездных путей				2 743 527,61		

После расчета затрат на проведение работ по рекультивации 1 га нефтезагрязнённых земель можно сделать вывод, представив итоговую стоимость, которая составила 5 757 423, 66 рублей.

## Заключение

Выпускная квалификационная работа «Рекультивация нефтезагрязнённых земель на Сугмутском нефтяном месторождении (ЯНАО)» выполнена в соответствии с современными техническими требованиями и нормативными документами. Поставленная в дипломной работе цель достигнута, все поставленные задачи решены последовательно и в полной мере.

В работе даны рекомендации по улучшению качества рекультивации нефтезагрязнённых земель при помощи микроорганизмов-деструкторов нефти. Также по материалам производственной практики написана статья «Повышение качества работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель в Западной Сибири». Тезисы статьи были представлены на V научно – практической конференции для студентов, аспирантов и молодых учёных «Природопользование и охрана природы» в НИ ТГУ. Получен сертификат участника.

Произведен расчёт затрат на проведение работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель Сугмутского нефтяного месторождения (ЯНАО).

Проблема качества выполнения работ по рекультивации НЗЗ и оценки эффективности выполненных работ стоит остро для всех нефтедобывающих предприятий Западной Сибири. Работа имеет практическую значимость и может быть интересна специалистам природоохранных служб нефтедобывающих предприятий, сотрудникам государственных природоохранных органов исполнительной власти, а также всем интересующимся экологической обстановкой в районах добычи нефти.

## Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2014 году [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwikuq789sTJAhXl73IKHdoaBY8QFgglMAI&url=http%3A%2F%2Fxn--80aealotwbjpid2k.xn--80aze9d.xn--p1ai%2Fprojects%2F2-4-2015%2FDoklad\\_svod\\_2014.doc&usg=AFQjCNEdO23k7azAvf5JYZhxy\\_9A7kWhbA&sig2=aB4Q6eGQdQcW3EO6EAQ72Q](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwikuq789sTJAhXl73IKHdoaBY8QFgglMAI&url=http%3A%2F%2Fxn--80aealotwbjpid2k.xn--80aze9d.xn--p1ai%2Fprojects%2F2-4-2015%2FDoklad_svod_2014.doc&usg=AFQjCNEdO23k7azAvf5JYZhxy_9A7kWhbA&sig2=aB4Q6eGQdQcW3EO6EAQ72Q). – (Дата обращения: 16.02.2016).
2. Изображение: Ямало-Ненецкий автономный округ на карте России [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d6/Map\\_of\\_Russia\\_-\\_Yamalo-Nenets\\_Autonomous\\_Okrug.svg/1280px-Map\\_of\\_Russia\\_-\\_Yamalo-Nenets\\_Autonomous\\_Okrug.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d6/Map_of_Russia_-_Yamalo-Nenets_Autonomous_Okrug.svg/1280px-Map_of_Russia_-_Yamalo-Nenets_Autonomous_Okrug.svg.png) – (Дата обращения: 4.03.2016).
3. Аршанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия ландшафтов и техногенез. - М.: Наука. 1990. - 197 с.
4. Информация о месторождениях [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://gazprom-nefti.ru/press-center/sibneft-online/arhive/2009-april/1104567/>. – (Дата обращения: 16.03.2015).
5. Данилов А.М. Присадки и добавки Химия: учебно-справочное пособие / Данилов А.М. – М., 1996. – 207 с.
6. Данилов А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей: учебно-справочное пособие / Данилов А.М. – М., 2000. – 137с.
7. Данилов А.М. Введение в химологию Техника: учебно-справочное пособие / Данилов А.М. – М., 2003. – 195 с.
8. Багдасарьян Х.С., Кронгауз В.А. Журнал Всесоюзного химического общества / им. Д.И Менделеева. – 2003. - №6. – Т48. – 31с.
9. Каминский Э.Ф. Хавкин. Глубокая переработка нефти: технологические и экологические аспекты. Техника: учебно-справочное пособие / Каминский Э.Ф. – М., 1997. – 50 с.

10. Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г., Химия и технология нефти и газа: учебно-справочное пособие / Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. – М., 1985. – 144 с.
11. Крылов О.В. Генетический катализ. Академкнига: учебно-справочное пособие / Крылов О.В. – М., 2004. 42 с.
12. Смирнов В. М. Новые процессы органического синтеза. Химия: учебно-справочное пособие / Смирнов В. М., - 1989. – 224 с.
13. Скопяева З.И. Химия нефти: учебно-справочное пособие / Скопяева З.И. – М., 1984. – 158 с.
14. Петров А.А. Углеводороды нефти. Химия: учебно-справочное пособие / Петров А.А., - 1984. – 195 с.
15. Покрова Ю.Л. Нефть и нефтепродукты: учебно-справочное пособие / Покрова Ю.Л., Спб., Из-во Промис 2003. – 277 с.
16. Пэрэушану В., Коробля М., Муска Г. Производство и использование углеводородов: учебно-справочное пособие / Пэрэушану В., Коробля М., Муска Г. – М., 2001. – 399 с.
17. Абрашин Ю.Ф., Жулев С.М., Марков Н.С., Попов Г.Н. Способ очистки загрязненного нефтепродуктами грунта /А.с. 1749340 РФ, МКИ А-1, Е 01 Н 12/00. /Опубл. 23.07.92. Бюл. № 27.
18. Булатов А.И., Макаренко П.П., Шеметов В.Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. М.: Недра, 1997. 483 с.
19. Светлов В.А. Рекультивация земель после капитального ремонта нефтепровода //Инф. листок /Нижегород. ЦНТИ. 292-96. Серия Р. 52.01.94.73.39.31.
20. Кагарманов Н.Ф., Шарипов А.У., Минхайров К.Л. Использование пластмассовых баллонов (пламилона) для сбора нефти с поверхности водоемов //Нефтяное хозяйство. 1978. № 9. 21-23 с.
21. Андерсон Р.К., Багаутдинов Ф.Я., Бойко Т.Ф. и др. Использование микробиологического метода для очистки нефтезагрязнённых почв //Интродукция микроорганизмов в окружающую среду. М.: ВИНТИ, 1994. 10

с.

22. Исмаилов Н.М., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязнённых земель. 222-230 с.
23. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и их диагностика //Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М., 1977.
24. Быков И.Ю. Техника экологической защиты Крайнего Севера при строительстве скважин. Л.: изд-во ЛГУ, 1991. 240 с.
25. Борзенков И.А., Ибатулин Т.Ф., Милехина Р.Р. и др. Использование микроорганизмов для ликвидации нефтяных загрязнений почв //Интродукция микроорганизмов в окружающую среду. М.: ВИНТИ, 1994. 14-15 с.
26. Маркарова М.Ю. Использование углеводородокисляющих бактерий для восстановления нефтезагрязнённых земель в условиях Крайнего Севера: Дис. канд. биол. наук. Пермь, 1999. 156 с.
27. Шипин Е.И. Технология ускоренной утилизации микромицетами загрязнённых нефтью земель: Инф. листок о научно-техническом достижении № 91 -2971. Рубрика 61.01.94. 25 с.
28. Гайнутдинов М.З., Самосова С.М., Артемьева Т.И. и др. Рекультивация нефтезагрязнённых земель лесостепной зоны Татарии //Восстановление нефтезагрязнённых почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. 177-197 с.
29. Хазиев Ф.Х., Фахтиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активация разложения нефти //Агрохимия. 1981. Т.1. № 10. 102-111с.
30. Шилова И.И. Биологическая рекультивация нефтезагрязнённых земель в условиях таежной зоны //Восстановление нефтезагрязнённых почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. 159-177 с.
31. 73.Оборин А.А., Калачникова И.Г., Масливец Т.А. и др. Самоочищение и рекультивация нефтезагрязнённых почв Предуралья и Западной Сибири //Восстановление нефтезагрязнённых почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. 140-158 с.
32. Ивасенко Д.А., Иванов А.С., Косов А.В. Технология рекультивации

загрязнённых нефтью и нефтепродуктами почвы, воды при помощи выделенных из аборигенной микрофлоры культуры микроорганизмов-деструкторов. Томск. 2007. 90 с.

33. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» - Введ 1984. - Изд-во стандартов. 56 с.

34. Требования к технологиям рекультивации загрязнённых нефтью земель в условиях севера. ОАО НК «ЛУКОЙЛ», НИПИИ «КОМИМЕЛЕОВОДХОЗПРОЕКТ». Усинск. 2004, 134 с.

35. Вавер В.И. Методическое руководство по рекультивации нефтезагрязнённых земель в условиях месторождений нефти Западной Сибири. Нижневартовск, 1993. 68 с.

36. В.В.Головнев. Отчет о НИР «Оценка состояния загрязнённых нефтью почв с целью составления технологического регламента по восстановлению их первоначального плодородия. “Договор №.91.92.55.14. СИБНИИНП”. Тюмень, 1992. 4 с.

37. Тезисы V научно – практической конференции для студентов, аспирантов и молодых учёных «Природопользование и охрана природы» НИ ТГУ. // Алеев И.Р. Статья «Повышение качества работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель в Западной Сибири». НИ ТПУ. Томск. 2016. 3с.

38. Безопасность жизнедеятельности: методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавров и магистров Института природных ресурсов/ Сост. Н.В. Крепша. – Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 32 с.

39. Р.Ф.2.2.8.2127-06 Методические рекомендации средства индивидуальной и коллективной защиты Афанасьева, О. В. Бурмистрова, В. М. Бурмистров. – Введ 2002 -02-14. – Изд-во стандартов. 60 с.

40. Р.Ф. 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Миндздрав России. - Введ 1999. - Изд-во стандартов. 34 с.
41. Клещевой энцефалит и меры его профилактики. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://89.rosпотреbnadzor.ru/directions/epid\\_nadzor/85398/](http://89.rosпотреbnadzor.ru/directions/epid_nadzor/85398/). – (Дата обращения: 5.05.2016).
42. Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» - Введ 2006. - Изд-во стандартов. 112 с.
43. Инструкция по охране труда при работе с ручным инструментом/ - [Электронный ресурс] – Режим доступа:[http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/instructions/166/146184/](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/146184/). – (Дата обращения: 3.05.2016).
44. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности – Введ 2002. - Изд-во стандартов. 54 с.
45. Нормы пожарной безопасности НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной безопасности» (утв. Приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. № 314). - Изд-во стандартов. 45с.
46. ПУЭ «Правила устройства электроустановок». - Изд-во стандартов. 30 с.
47. Первичные средства пожаротушения. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://medvejonok-nk.ru/?ds3=safety&safety=tema4>. – (Дата обращения: 5.05.2016).
48. СП 12-135-2003 «Отраслевые типовые инструкции по охране труда» - Введ 2003. - Изд-во стандартов. 114 с.
49. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. Госстрой России. 2004. 143 с.
50. Постановление правительства Ямало-ненецкого автономного округа «Об утверждении сборников территориальных сметных нормативов Ямало-Ненецкого автономного округа» 13 октября 2011 г. № 755-П. 2 с.

51. Рекомендации по расчету норматива трудоемкости проектирования. Изд. - Москва 1989. 14 с.
52. МДС 83-1.99.2005. Методические рекомендации по определению размера средств на оплату труда в договорных ценах и сметах на строительство и оплате труда работников строительно-монтажных и ремонтно-строительных организаций Госстрой России. 2005. 74 с.
53. Постановление Госкомстата РФ от 10 июля 1995 г. № 89м "Об утверждении Инструкции о составе фонда заработной платы и выплат социального характера". 1995. 23 с.
54. Фото автора.

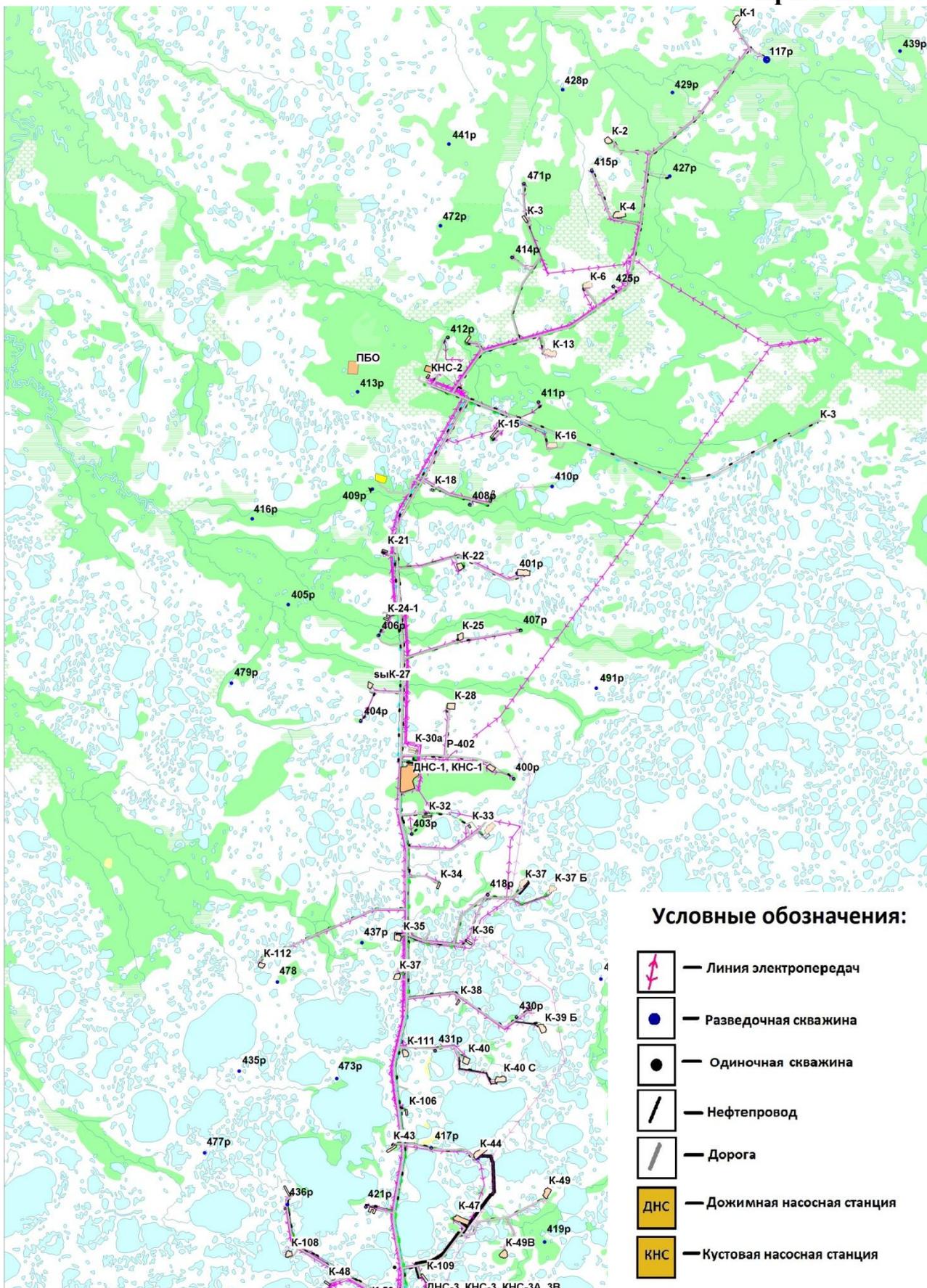


Рисунок А 1 – Обзорная схема Сугмутского месторождения (Север)

Масштаб 1:100 000

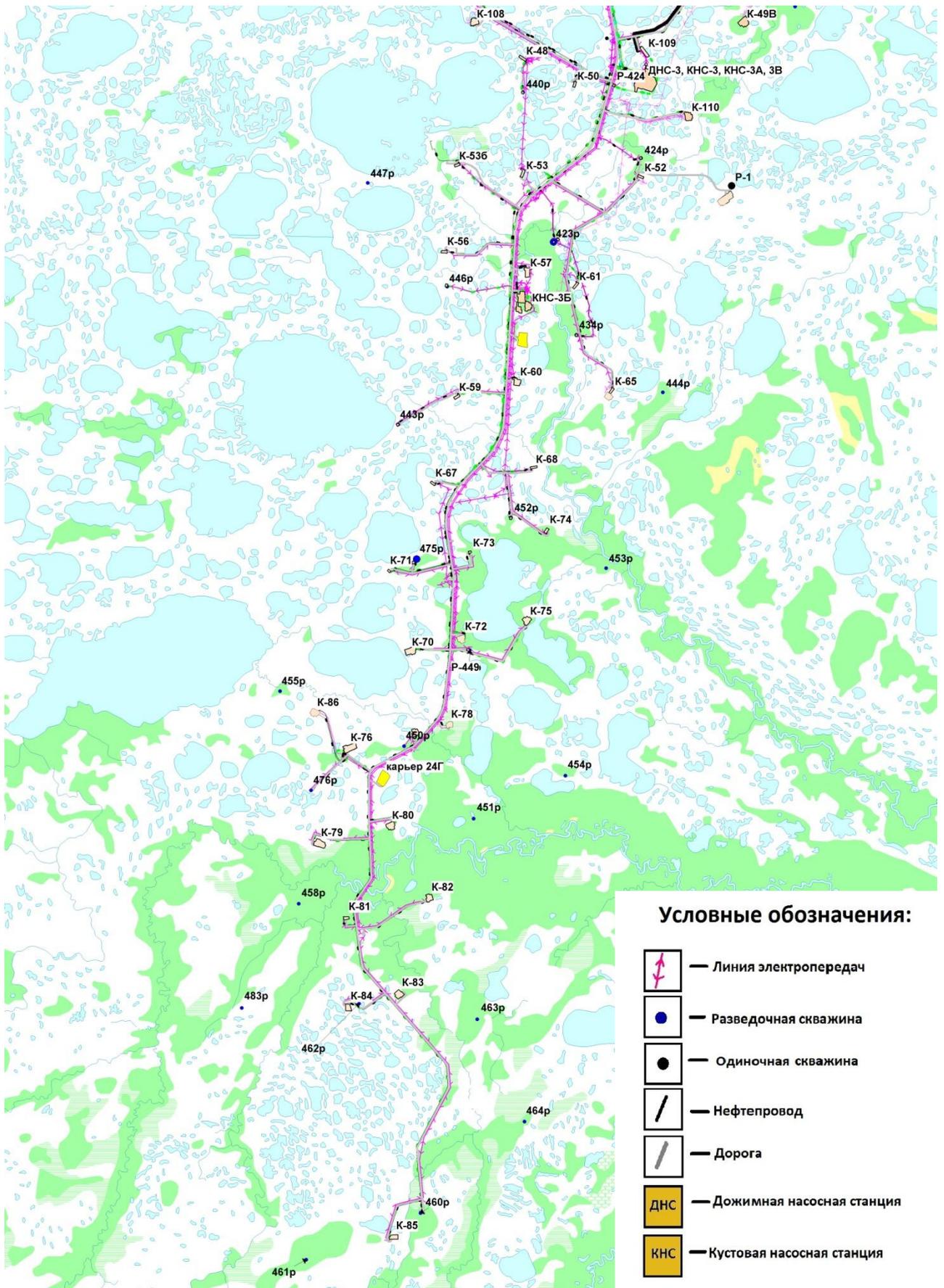


Рисунок А 2 – Обзорная схема Сугмутского месторождения (Юг)

Масштаб 1:80 000

## Приложение Б

Последствия факторов условий загрязнения и первоначальные методы борьбы с ними [32].

<b>Факторы</b>	<b>Основные негативные воздействия</b>	<b>Рекомендуемые мероприятия</b>
Плѐнка нефти мощностью более 5 мм, битуминизированная нефтяная корочка на поверхности почвы.	Ухудшение аэрации, закисление поверхностных слоев почвы, непригодность почв для семенного возобновления растений.	Сбор и удаление остаточной свободной нефти. Разрушение нефтяной корочки поверхностным рыхлением почвы.
Высокая концентрация нефтепродуктов в поверхностных слоях почвы.	Подавление жизнедеятельности почвенной микрофлоры и мезофауны. Ухудшение физических свойств почвы, аэрации, закисление почв. Непригодность почв для высших растений.	Внесение в минеральные почвы торфа с последующим перемешиванием его с загрязненным грунтом. Регулярное рыхление фрезерованием.
Избыточное, застойное переувлажнение болотных почв.	Дефицит кислорода, высокая кислотность, неблагоприятный температурный режим почв.	Регулярное рыхление фрезерованием. Формирование микрорельефа из гребней и борозд. Высев гидрофильных трав.
Недостаточное увлажнение песчаных и супесчаных почв.	Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов, затруднение семенного возобновления растений.	Внесение торфа с последующим перемешиванием его с загрязнённой почвой, дождевание.
Высокая кислотность почв.	Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов.	Внесение известняковой или доломитовой муки и других раскислителей.

Продолжение таблицы

Хлоридно-сульфатное засоление почв.	Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов, непригодность почв для древесных и травянистых растений.	Рассоление почв естественным путем, гипсованием, затоплением и другими методами.
Заиление почв шламом.	Ухудшение аэрации, засоление почвы, загрязнение.	Внесение торфа с последующим перемешиванием его с загрязнённой почвой.
Бедность почв усвояемыми формами калия, азота, фосфора.	Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов, угнетённое развитие растительности.	Внесение азотных, фосфорных, калийных или комплексных минеральных удобрений.
Бедность почв нефтеокисляющими микроорганизмами.	Медленная биodeградация нефти.	Внесение аборигенной культуры микроорганизмов-деструкторов.

Таблица – Приемы проведения очистных работ по сбору нефти на необводненных участках [32].

<b>Технология и оборудование</b>	<b>Описание</b>
Заводнение	Заполнение понижения (или участка между локализирующими дамбами) водой, что позволяет собирать нефть с поверхности воды, смывать ее брандспойтами с поверхности земли.
Смыв холодной водой	Предусматривает использование высоконапорных насосов, шлангов и брандспойтов для удаления, мобилизации и перемещения аварийной нефти к местам сбора. Во время смыва производится только удаление нефти и замазученных лесосечных отходов без удаления верхнего слоя грунта. Давление воды регулируется в зависимости от особенностей грунта.
Смыв горячей водой	Вода предварительно нагревается для снижения вязкости аварийной нефти и оптимизации процесса.
Уборка граблями и тяпками	Производится для удаления сгустков нефти с поверхности грунта. Во время уборки граблями замазученный мох, деревья и кустарники и лесосечные остатки складываются в кучи для последующего удаления.
Подрезка	Обрезка и удаление замазученных деревьев и кустарников и лесосечных отходов. Подрезка проводится с использованием секаторов, пил, топоров и инструментов с электроприводами. Подрезка производится на труднодоступных участках.
Очистка резиновыми скребками	Использование резиновых скребков для удаления аварийной нефти с поверхности грунта и перемещения ее в места сбора. Предотвращает повреждение поверхностного слоя почв.

Продолжение таблицы

<p>Механическое снятие загрязненного грунта</p>	<p>Проводится с использованием техники для удаления нефтесодержащего слоя грунта. Может проводиться как при замёрзшем, так и оттаявшем грунте. Важным условием является способность грунта выдерживать тяжелую технику.</p>
<p>Откачка нефти</p>	<p>Производится с использованием различных электронасосов из временных траншей в емкости или автоцистерны для перевозки. Вакуумная откачка производится с использованием передвижных вакуумных насосов, шлангов и емкостей для откачки нефти с поверхности воды. Является эффективным на легкодоступных участках с небольшим содержанием нефти.</p>
<p>Метод выдавливания</p>	<p>Используется на болотах. Механическое удаление нефти с использованием заваренной с торцов трубы, которую протаскивают по загрязненным землям, подгоняя нефть к местам сбора. Заполнение трубы водой позволяет изменять давление на грунт.</p>
<p>Сбор аварийной нефти при помощи скребка</p>	<p>Скребок изготавливают из разрезанной трубы, эффективен при наличии поверхностной вязкой аварийной нефти. Трактор через лебедки перемещает скребок с аварийной нефтью к местам сбора. Перемещение трубы и скребка выполняется при помощи троса, прикрепленного к лебедкам двух тракторов, находящихся на локализирующих дамбах.</p>
<p>Водоотводящие каналы</p>	<p>Устраиваются в зимне-весенний период для отвода грунтовых вод на переувлажненных участках. Обеспечивают прохождение техники для производства рекультивационных работ, отводят поверхностную нефть к местам ее сбора в отстойной зоне нефтеловушек.</p>
<p>Зумпф</p>	<p>Небольшие вырытые углубления. Зумпфы обеспечивают достаточную глубину и объемы для сбора нефти насосами. Зумпфы устраиваются в стратегических районах сбора нефти вниз по склонам.</p>

## Приложение Г

### Технологическая карта проведения работ по рекультивации нефтезагрязнённых земель

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Количество	Спецтехника, оборудование, материалы	Сроки проведения работ
1.	Подготовка участка для передачи подрядчику (измерение S, вешкование, обозначение действующих трубопроводов). Отбор проб почвы на содержание нефти, хлорид-иона, показателя рН солевой вытяжки. Фотографирование участка.	га	----	Теодолит, вешки, сигнальная лента, оборудование для отбора проб, фотоаппаратура	апрель - июнь
2.	Подготовка участка к техническому этапу (обустройство подъездных путей, лежнёвых настилов, вырубка отмершей древесной растительности, корчёвка пней, уборка металлолома, обвалование)	га	----	Трактор-трелёвочник, экскаватор, самосвалы, ручной инструмент – бензопилы, топоры)	апрель- октябрь
3.	Сбор НСЖ и вывоз НЗГ (при необходимости)	т, л	----	АКН, самосвалы, экскаватор	май – сентябрь
4.	Механическая обработка почвы навесной фрезой	га	согласно ППР	ДТ-75, БШ, Ратрак	май - август
5.	Внесение в почву микроорганизмов-деструкторов нефти	л	согласно ППР	Мотопомпы, АКН	апрель-август
6.	Внесение минеральных удобрений (азофоска, аммофос)	кг/га	согласно ППР	Органические удобрения	май-август
7.	Посев травосмесей (мятлик, костер, ромашка непахучая, тимофеевка луговая)	кг/га	согласно ППР	Семена трав	июнь - август
8.	Отбор проб почвы на содержание нефти, хлорид-иона, показателя рН солевой вытяжки. Фотосъёмка участка с проективным покрытием травя-нистой растительностью.	----	га	Оборудование для отбора проб, фотоаппаратура	май - август
9.	Сдача участка заказчику (комиссия, назначенная заказчиком)	----	га	----	июнь - август

Таблица – Транспортные затраты на производство работ

Наименование работ	Вид техники	кол-во маш/час	Кол-во км	Цена,руб		Сумма, руб 1 км
				за 1 маш/час	за 1 км	
1. Устройство подъездных дорог		1821,489796				2 743 527,61
Погрузка грунта в карьере экскаватором	КОМАЦУ	303,58		1 286,00		390 405,98
Транспортировка грунта до участка	Татра-815	1 214,33	40 800,00	527,00	35,65	2 094 470,08
Планировка грунта на участке	Бульдозер Б10МБ0121-18	303,58		852,00		258 651,55
2. Устройство технологических проездов		455,372449				685 881,90
Погрузка грунта в карьере экскаватором	КОМАЦУ	75,90		1 286,00		97 601,49
Передислокация экскаватора до карьера	тягач с тралом Краз-260			1 066,00	65,92	0,00
	УАЗ-3303 БД			659,00		0,00
Транспортировка грунта до участка	Татра-815	303,58	10 200,00	527,00	35,65	523 617,52
Планировка грунта на участке	Бульдозер Б10МБ0121-18	75,90		852,00		64 662,89
Перебазировка бульдозера	тягач с тралом Краз-260			1 066,00	65,92	0,00
	УАЗ-3303 БД			659,00		0,00
3. Уборка сухостоя		77,00				58 186,80
Трелевание леса	ТТ-4м	22,00		574,93		12 648,40
Корчевка пней	Бульдозер Б10МБ0121-18	22,00		852,00		18 744,00
Уборка мусора	ТТ-4м	11,00		574,93		6 324,20
Копка траншеи для захоронения лесопорубочных остатков	КОМАЦУ	11,00		1 286,00		14 146,00
Перемещение лесопорубочных остатков, засыпка траншеи	Бульдозер Б10МБ0121-18	11,00		574,93		6 324,20
4. Сбор нефтесодержащей жидкости с рекультивируемого участка		22				15 526,50
Копка приямков	КОМАЦУ	5,50		1 286,00		7 073,00

Продолжение таблицы

Работа мотопомпы	мотопомпа					
Доставка бонов на участок	Татра-815	5,50		527,00	35,65	2 898,50
Откачка НСЖ	УРАЛ АКН	5,50		505,00	23,07	2 777,50
Транспортировка НСЖ на пункт слива	УРАЛ АКН	5,50		505,00	23,07	2 777,50
5.Срезка и вывоз битуминизированного слоя		1 763,32				3 015 093,45
Погрузка грунта в карьере экскаватором	КОМАЦУ	352,66		1 286,00		453 526,60
Транспортировка грунта до участка	Татра-815	1 410,66	51 000,00	527,00	35,65	2 561 566,85
6.Отсыпка участка		916,16				1 321 722,88
Погрузка торфа экскаватором	КОМАЦУ	152,69		1 286,00		196 363,05
Транспортировка торфа на участок	Татра-815	610,77	18 888,89	527,00	35,65	995 265,49
Планировка торфа на участке	Бульдозер Б10МБ0121-18	152,69		852,00		130 094,34
7.Внесение извести		28,69				164 458,63
Внесение извести с болотоходной техники	БШ	28,69		976,58		28 018,13
8.Внесение микробов-деструкторов и мин. Удобрений		8,65				136 440,50
Внесение микробов-деструкторов и мин. удобрений с боло-тоходной техники	БШ	8,65		976,58		8 447,43
Услуги - контроль технологии						127 993,07
9.Фрезерование		37,76				36 875,72
Работы по фрезерованию	БШ	37,76		976,58		36 875,72
10.Посев трав		28,69				28 018,13
Посев семян с боло-тоходной техники	БШ	28,69		976,58		28 018,13
11.Исполнительная съёмка участка	УАЗ 315195	11,00		659,00		7 249,00
Дорога, за 1 км		2 743 527,61				
Рекультивация, за 1 га:		5 469 453,51				
Итого:		8 212 981,12				

