

Школа Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Отделение школы (НОЦ) Нефтегазовое дело

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки»

УДК 504.5:665.6-045.38:622.692.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Васильева Софья Сергеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин Алексей Валерьевич	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	д.ист.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник Олег Владимирович	к.п.н.		

# ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

## 21.03.01 Нефтегазовое дело

### Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</b>		
<b>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</b>		
Р1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).
Р2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
Р3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).
Р4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
Р5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).
Р6	Участвовать в разработке организационно-технической	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2,

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазопромыслового оборудования	ОПК-7, , ПК-19, ПК20, ПК-21, ПК-22).
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е).
<b>Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»</b>		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Отделение школы (НОЦ) Нефтегазовое дело

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Васильевой Софье Сергеевне

Тема работы:

«Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм  
в результате незаконной врезки»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

##### Исходные данные к работе

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Объектом исследования является анализ методов ликвидации аварийного разлива нефти на магистральном нефтепроводе, произошедшего в результате незаконной врезки. Характеристики трубопровода:  
Диаметр нефтепровода 426 мм, толщина стенки 10 мм. Транспортируемая среда – товарная нефть.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ методов локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на магистральном трубопроводе.</li> <li>2. Расчет ущерба водному объекту, почве, атмосфере при разливе нефти в результате незаконной врезки.</li> <li>3. Обоснование выбора оборудования для ликвидации разлива.</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	нет
--	-----

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубникова Наталья Валерьевна
«Социальная ответственность»	Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веровкин Алексей Валерьевич	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Васильева Софья Сергеевна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Б5А	Васильевой Софье Сергеевне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. Материально-технические: 37793 рубля Человеческие: 2 человека, 185843 рубля
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	2. 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент; 30% премии; 12% надбавки.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	3. Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30 %; Налог на добавленную стоимость 20%

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Произведена оценка перспективности НИ, проведен анализ конкурентных технических решений.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2. Составлен план НИ, определены этапы и трудоемкость, разработан график Ганта.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	3. Рассчитан интегральный показатель эффективности и сравнительная эффективность вариантов исполнения.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Технология QuaD
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор социально-гуманитарных наук	Трубникова Наталья Валерьевна	д.ист.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Б5А	Васильева Софья Сергеевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Васильевой Софье Сергеевне

Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)</i></p>	<p>Объектом данного исследования является технология ликвидации аварийного разлива нефти на магистральном трубопроводе. Трубопровод проходит вблизи г. Сургут. Рабочая зона расположена рядом с землями лесного фонда и малым водотоком (ручьём). Разлив произошел 17.08.2018г. вечером.</p>
<p>2. <i>Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.0.003-74* «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность» ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». ГОСТ 12.3.009-76 «Работы погрузочно-разгрузочные».</p>

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

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p>	<p>1. Отклонение показателей микроклимата. 2. Повышенный уровень шума. 3. Повышенный уровень вибрации. 4. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. 5. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.</p>
---	--

	6. Недостаточная освещенность рабочей зоны.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	1. Движущиеся машины и механизмы, производственного оборудования (в т.ч. грузоподъёмные). 2.Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования и материалов. 3.Взрывоопасность и пожароопасность; 4. Статическое электричество. 5. Оборудование и трубопроводы, работающее под давлением.
3. Охрана окружающей среды	Анализ природоохранных мероприятий (локализация и сбор нефти с поверхности грунта, ручья). Порядок установления санитарно-защитной зоны.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях	Рассмотреть возможные ЧС. Рассмотреть наиболее вероятную чрезвычайную ситуацию (пожар, взрыв). Разработать меры по предупреждению ЧС и план действий в результате возникшей ЧС и ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства. Рассмотреть организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>Перечень графического материала:</b>	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Васильева Софья Сергеевна		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Уровень образования Бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) Нефтегазовое дело  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.10.2018	Получение задания	10
02.11.2018	Анализ методов ликвидации аварийных разливов нефти	15
21.12.2018	Расчетная часть	15
19.02.2019	Выбор оборудования для ликвидации разлива	10
17.03.2019	Финансовый менеджмент	10
16.04.2019	Социальная ответственность	10
23.04.2019	Заключение	10
29.04.2019	Презентация	20
	<i>Итого</i>	<i>100</i>

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Веревкин Алексей Валерьевич	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник Олег Владимирович	К.П.Н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 89 с., 20 рис., 28 табл., 45 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: ликвидация, оборудование, локализация, аварийный разлив, магистральный нефтепровод, расчет ущерба.

Объектом исследования является технология ликвидации аварийного разлива нефти на магистральном нефтепроводе Ду=426мм.

Цель работы – анализ технологии ликвидации аварийного разлива нефти на магистральном нефтепроводе Ду=426мм.

В процессе исследования были проанализированы методы локализации и сбора нефти с поверхности грунта и водотока, описано место аварийного разлива нефти в результате незаконной врезки.

В результате работы был произведен расчет ущерба окружающей среде, выбрано оборудование для ликвидации разлива.

Область применения: ликвидация аварийного разлива нефти на магистральном нефтепроводе.

## **Определения и нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1) ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда.

Термины и определения.

2) ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1)

3) ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования

4) ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

5) ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность»

6) ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

7) ГОСТ 12.1.008-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Биологическая безопасность. Общие требования.

8) ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.

9) ГОСТ Р 57512-2017. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Термины и определения. [Текст]. –Введен 2018 – 04 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2018

10) ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения.

11) ГОСТ Р 57447-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения

12) Об утверждении указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации [Текст]: Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 3 марта 2003 г. N 156 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 35, ст. 3582; 2002, N 16, ст. 1569.

13) РД 39-00147105-006-97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.

14) РД 153-112-014-97 «Инструкция по ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепродуктопроводах».

15) РД 153-39.4-114-01 Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах.

16) О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации [Текст]: Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2002 № 240 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 35, ст. 3582.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**магистральный трубопровод (для транспортировки нефти и нефтепродуктов):** Единый производственно-технологический комплекс, предназначенный для транспортировки подготовленной нефти и нефтепродуктов от пунктов приема до пунктов сдачи потребителям или перевалки их на автомобильный, железнодорожный или водный виды транспорта, состоящий из конструктивно и технологически взаимосвязанных объектов, включая сооружения изданыя, используемые для целей обслуживания и управления объектами магистрального трубопровода.

**утечка нефти [нефтепродукта]:** Выход нефти [нефтепродукта] из трубопровода, оборудования или сооружения вследствие повреждения или нарушения герметичности.

**разлив нефти [нефтепродуктов]:** Выход нефти [нефтепродуктов] на поверхность грунта или водного объекта.

**трасса трубопровода:** Положение оси трубопровода, определяемое на местности ее проекцией на горизонтальную и вертикальную плоскости.

**локализация разлива нефти [нефтепродуктов]:** Комплекс мероприятий, направленных на прекращение распространения разлитой/выливающейся нефти [разлитых/выливающихся нефтепродуктов] на поверхности грунта или водного объекта, проводимых путем установки заграждений, проведения земляных работ или использования специальных средств.

**рекультивация земель:** Комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

## Оглавление

Введение .....	17
1. Описание территории разлива .....	18
2. Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках .....	20
2.1 Локализация и сбор нефти с малой водной поверхности .....	21
2.1.1 Локализация нефти .....	21
2.1.2 Сбор нефти на малой водной поверхности .....	22
2.2 Ликвидация разлива нефти с грунта .....	26
2.2.1 Локализация нефти .....	26
2.2.2 Сбор нефти.....	28
2.3 Рекультивация нефтезагрязненных земель .....	32
3. Расчетная часть .....	35
3.1 Расчет количества нефти, вылившейся при незаконной врезке.....	37
3.1.1 Количество вылившейся нефти до остановки перекачки .....	38
3.1.2 Количество вылившейся нефти с момента остановки перекачки до закрытия задвижек.....	41
3.1.3 Количество нефти, вылившейся с момента закрытия задвижек до прекращения утечки .....	44
3.2 Оценка загрязнения.....	46
3.2.1 Оценка степени загрязнения грунта.....	46
3.2.2 Оценка степени загрязнения ручья .....	46
3.2.3 Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха.....	48

<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Васильева С.С.</i>		
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>		
<i>Консульт.</i>				
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>		
<b>Оглавление</b>				
		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
			14	92
			<b>НИ ТПУ ГРУППА</b>	<b>ИШПР 2Б5А</b>

3.3	Оценка ущерба, подлежащего компенсации окружающей природной среде.....	49
3.3.1	Ущерб от загрязнения грунта .....	49
3.3.2	Ущерб от загрязнения атмосферы.....	50
3.3.3	Ущерб от загрязнения ручья .....	51
3.3.4	Общий ущерб окружающей природной среде .....	51
4.	Обоснование выбора оборудования и технологии ликвидации аварийного разлива .....	52
5.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	59
5.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	59
5.1.1	Анализ конкурентных технических решений .....	60
5.1.2	Технология QuaD .....	62
5.2	Планирование научно-исследовательской работы .....	63
5.2.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	64
5.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ .....	65
5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования .....	65
5.2.4.	Бюджет научно-технического исследования .....	69
5.2.4.1	Основная заработная плата исполнителей исследования .....	69
5.2.4.2	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	70
5.2.4.3	Накладные расходы .....	71
5.2.4.4	Формирование бюджета научно-исследовательского проекта .....	72
5.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	72
6.	Социальная ответственность .....	75
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	75

6.1.1	Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	75
6.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	76
6.2	Производственная безопасность .....	76
6.2.1	Анализ выявленных опасных факторов.....	78
6.2.1.1	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.....	78
6.1.2.2	Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением.....	79
6.1.2.3	Пожарная и взрывная безопасность .....	79
6.1.2.4	Статическое электричество.....	80
6.2.2	Анализ выявленных вредных факторов.....	81
6.2.2.1	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны.....	81
6.2.2.2	Превышение уровней шума .....	82
6.2.2.3	Превышение уровней вибрации .....	82
6.2.2.4	Недостаточная освещенность рабочей зоны .....	83
6.2.2.5	Повышенная загазованность рабочей зоны.....	83
6.2.2.6	Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися.....	84
6.3	Экологическая безопасность.....	84
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	85
	Заключение .....	87

## Введение

Разливы нефти и нефтепродуктов из трубопроводов оказывают негативное влияние на экологию. Разлитая жидкость может проникать в почву, испаряться в атмосферу, попадать в грунтовые воды или водоемы. Обстоятельство наличия вблизи разлива населенных пунктов несет риск воздействия вредных составляющих нефти на людей. В настоящее время одной из самых распространенных причин разливов нефти и нефтепродуктов из трубопроводов является несанкционированная врезка. На Рисунке 1 представлены статистические данные аварий на нефтепроводах по различным причинам по данным Ростехнадзора:

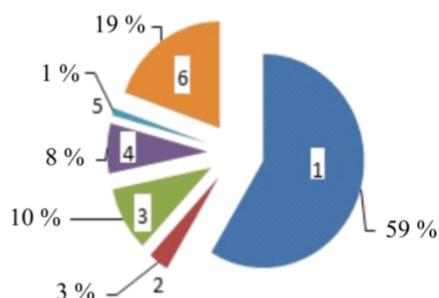


Рисунок 1 – Статистика аварий на нефтепроводе по причинам

где 1 – внешнее воздействие, 2 – коррозионное разрушение, 3 – дефекты оборудования/материала, 4 – ошибочные действия персонала, 5 – стихийные природные явления, 6 – другие, в том числе брак строительно-монтажных работ.

Попадая в окружающую среду, нефть наносит ущерб экологии. Для того, чтобы минимизировать влияние разлитой нефти, необходимо как можно быстрее среагировать на разлив. Разлитая нефть заливает значительные лесные угодья и попадает в водные объекты. В такой ситуации первоочередной задачей является локализация и ликвидация разлившихся нефтяных продуктов и максимально быстрое устранение причины их появления и последствий.

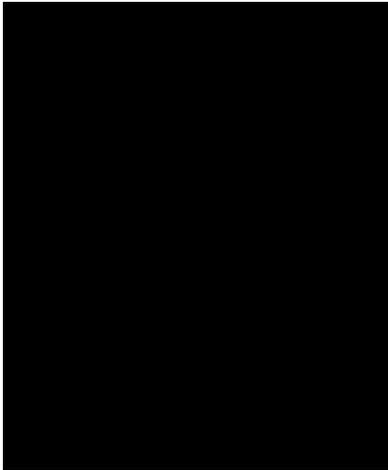
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
					<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>			
Разраб.		Васильева С.С.			Оглавление	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					17	92
Консульт.						<b>НИ ТПУ ГРУППА</b> <b>ИШПР 2Б5А</b>		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



[Redacted]

					<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Васильева С.С.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					<i>Листов</i>
<i>Консульт.</i>							18
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>					92
						<b>НИ ТПУ</b>	<b>ИШПР</b>
						<b>ГРУППА</b>	<b>2Б5А</b>

[Redacted text block]

## 2. Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках

Локализация и сбор разлившейся в результате аварии нефти предполагает применение различных методов и использования специального оборудования. Во всех случаях первым шагом на пути к ликвидации разлива является его локализация. Это нужно для того, чтобы площадь разлива не увеличивалась, и он не распространялся на новые территории, которые могут быть, к тому же, экологически уязвимыми, и оказывать негативное влияние на окружающую среду или население (в случае распространения разлива в жилой местности).

Таким образом, при ликвидации разлива нефти на грунте и водной поверхности первоочередной деятельностью является:

- локализация нефти на поверхности грунта/воды, препятствие попаданию нефти в другие водоемы и грунтовые воды;
- сбор нефти с поверхности грунта/воды
- рекультивация загрязненных земель [31]

Следует отметить, что четкой границы между сбором нефти с грунта и рекультивацией нет, так как данные мероприятия проводятся одновременно и продолжительное время.

Для локализации и сбора нефти в случае разливов продукта с водной поверхности могут быть использованы следующие способы: боновые заграждения, сорбенты, скиммеры различного устройства. На грунте ликвидацию разливов нефти проводят с помощью ограждений, которые препятствуют растеканию нефти по поверхности, выкапывания траншей и приямков, использования сорбентов, смыва нефти с поверхности грунта или срез нефтезагрязненного грунта.

					<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Васильева С.С.			<i>Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Веревкин А.В.					20	92
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ ГРУППА</b>		<b>ИШПР 2Б5А</b>
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

## 2.1 Локализация и сбор нефти с малой водной поверхности

### 2.1.1 Локализация нефти

Боновые заграждения являются основным средством для локализации нефти на водной поверхности, в данном случае – на водотоке. При применении бонов достигается следующая цель: остановка растекания нефти по поверхности водотока.

Боновые заграждения бывают самонадувные, отклоняющиеся (для защиты береговой полосы), несгораемые (используются в процессе контролируемого сжигания нефти), сорбционные.



Рисунок 2.1.1.1 – Самонадувной бон [42]

Бон состоит из следующих частей: поплавков, надводная и подводная части, балласт (груз, обеспечивает вертикальность на воде), тяговый трос, устройства для буксировки и соединительные элементы (Рисунок 2.1.1.2): [36].



Рисунок 2.1.1.2 – Основные элементы бона [37]

## 2.1.2 Сбор нефти на малой водной поверхности

Одним из основных методов ликвидации разливов нефти является механический сбор. Поскольку толщина слоя нефти в первые часы разлива остается значительной, механический сбор эффективен именно в это время [37].

Для сбора нефти с поверхности водотока применяются скиммеры (нефтесборные устройства). Применение типа скиммера по конструктивному исполнению и по принципу действия обосновывается рядом факторов: типа и количества нефти, места разлива, погодных условий и пр.

По принципу действия скиммеры делятся на пороговые (пороговый метод), олеофильные (метод адгезии), вакуумные (вакуумный метод) и гидродинамические (циклонные).

Принцип работы пороговых скиммеров (Рисунок 2.1.2.1) основан на явлении протекания поверхностного слоя жидкости через преграду (порог) в емкость с более низким уровнем. Тонкий поверхностный слой воды с нефтяными загрязнениями протекает через порог, после его прохождения вода и нефтепродукты разделяются; вторые попадают в специальную емкость, откуда впоследствии их и удаляют. Пороговые скиммеры отличаются простотой обслуживания и высокой степенью надежности, а также долгим сроком бесперебойной работы.



Рисунок 2.1.2.1 – Пороговый скиммер СП-4 «Лессорб» [42]

При использовании адгезионной техники нефть и её продукты её переработки хорошо прилипают к так называемым олеофильным поверхностям.

Применение этой методики подразумевает использование олеофильных

					<i>Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках</i>	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

скиммеров (Рисунок 2.1.2.2), которые оснащаются вращающимися дисками, щеточным оборудованием или лентами, находящимися в постоянном вращении (ленточные устройства). К ним прилипают нефть и нефтепродукты, а затем они удаляются механическими способами.



Рисунок 2.1.2.2 – Олеофильный скиммер СО–2щ [42]

Достоинством олеофильных скиммеров является то, что в процессе сбора нефти, количество попутно собираемой воды совсем незначительно, для таких скиммеров мало важна плотность и вязкость нефти, а также эти скиммеры эффективны при сборе нефти на мелководье, в прудах, при наличии надводной или подводной растительности.

Вакуумный способ базируется на метод на всасывании загрязненного верхнего слоя водной поверхности с последующим отделением от него нефтяных загрязнений. Принцип работы такого вакуумного устройства заключается в следующем: при помощи вакуумного насоса в резервуаре-отстойнике создаётся вакуум, действие которого приводит к тому, что нефтяная плёнка вместе с водой засасывается в нефтесборщик; после этого водно-нефтяная смесь отстаивается, а затем воду вновь возвращают в водоем, а отстоявшиеся нефтепродукты сливаются в специальные ёмкости. Для вакуумных скиммеров требуют нужны вакуумирующие средства, поскольку сами они не имеют в конструкции откачивающих насосов.

Ручные щеточные скиммеры относятся к данному типу скиммеров. Они удобны для сбора нефти с твердых поверхностей, береговой полосы и для сбора нефти в труднодоступных местах.

					<i>Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

Гидродинамические (циклонные) скиммеры основаны на использовании центробежных сил для разделения жидкости различной плотности - воды и нефти. В таких устройствах искусственно создается водоворот, который в центральной части сопровождается понижением уровня. Здесь и происходит выкачивание нефтяных загрязнений. Устройства циклонного типа используются для нефтесбора с водной поверхности в ходе ликвидации последствий аварий, которые происходят на достаточно широких и глубоких водоемах. Данные скиммеры отличаются быстротой и эффективностью сбора нефтепродуктов, высокой эффективностью.

Проведем сравнительный анализ и составим сводную таблицу (Таблица 2.1.2.1) с указанием достоинств и недостатков скиммеров-нефтесборщиков различного принципа действия.

Таблица 2.1.2.1 – Анализ скиммеров

Скиммер по принципу действия	Достоинства	Недостатки
адгезионный	высокая эффективность; возможность сбора нефти на мелководе, при наличии густых водорослей;	сравнительно быстрый износ рабочего органа
пороговый	простота обслуживания высокая эксплуатационная надежность	слабая защищенность от крупных плавающих механических загрязнений; повышенное содержание воды в собранных нефтепродуктах
циклонный	устойчивый процесс сбора при волнении; высокая эффективность сбора	чувствительность к засорению мусором; невозможность работы с БЗ
вакуумный	простота эксплуатации	чувствительность к засорению мусором

Таким образом, после проведения анализа, делаем вывод, что для сбора нефти с поверхности малого водотока, на котором наблюдается наличие растительности, небольшого течения и отсутствие волнения, больше всего подойдут скиммеры адгезионного типа.

Также для сбора нефти с поверхности воды могут использоваться сорбенты.

Применение сорбентов возможно после локализации разлива. На водную поверхность сорбент наносится ручным, механизированным или комбинированным способом. Затем происходит траление бонового заграждения вместе с сорбентами в удобное для сбора места, после чего сорбен собирается с поверхности воды.

Сорбенты целесообразно использовать в комбинации с другими методами сбора нефти, на небольших площадях разлива и на конечных стадиях ликвидации разливов [45].

Сорбенты могут действовать по принципу адсорбции (поверхностного поглощения) или, реже, по принципу абсорбции (впитывания всем объемом). При адсорбции нефть избирательно притягивается к поверхности вещества, в то время как абсорбенты впитывают нефть жидкость в свой объем.

Сорбенты разделяются на следующие категории по происхождению:

- неорганические;
- органические (природные);
- органические минеральные;
- синтетические.

Основными качественными характеристиками сорбентов являются:

- нефтеёмкость;
- степень гидрофобности;
- показатель плавучести после впитывания нефти;
- возможность удаления нефти из сорбента;
- возможность регенерации сорбента;
- утилизируемость.

					<i>Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках</i>	<i>Лист</i>
						25
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

К недостаткам применения сорбентов на малой водной поверхности можно отнести чувствительность к ветру или течению, в некоторых случаях необходимость перемешивания сорбентов с водой для повышения эффективности, а также последующее удаление сорбента с водной поверхности [45].

К достоинствам можно отнести высокую эффективность на заключающих стадиях очистки, а для некоторых видов сорбентов—отсутствие необходимости сбора загрязненного сорбента.

## 2.2 Ликвидация разлива нефти с грунта

Локализация разлива нефти на грунте происходит путем установки различных ограждений, выкапывания траншей и ям, в которые будет стекать нефть, с последующей ее откачкой. Сбор нефти с грунта, аналогично водной поверхности, может производиться с применением сорбентов, смывом, а также ручным и механизированным способом.

### 2.2.1 Локализация нефти

Локализация разлившейся нефти и нефтепродуктов на почве включает в себя меры по созданию контурного ограждения (обваловки, заградительной траншеи, щитовых сооружений), обеспечивающих непроницаемость (Рисунок 2.2.1.1). На пути распространения разлива нефти и нефтепродуктов создаются рубежи локализации [43]. В зависимости от объемов разлива такие рубежи могут создаваться механически или вручную.



Рисунок 2.2.1.1 – Способы локализации разлива нефти на суше

Как видно из вышепредставленной схемы, препятствие растеканию нефти на грунте решается отсыпкой дамбы, выкапыванием траншей ручным или механическим способом, а также применением сорбирующих бонов (или мешков с песком), подпорных стенок. (Рисунок 2.2.1.2).

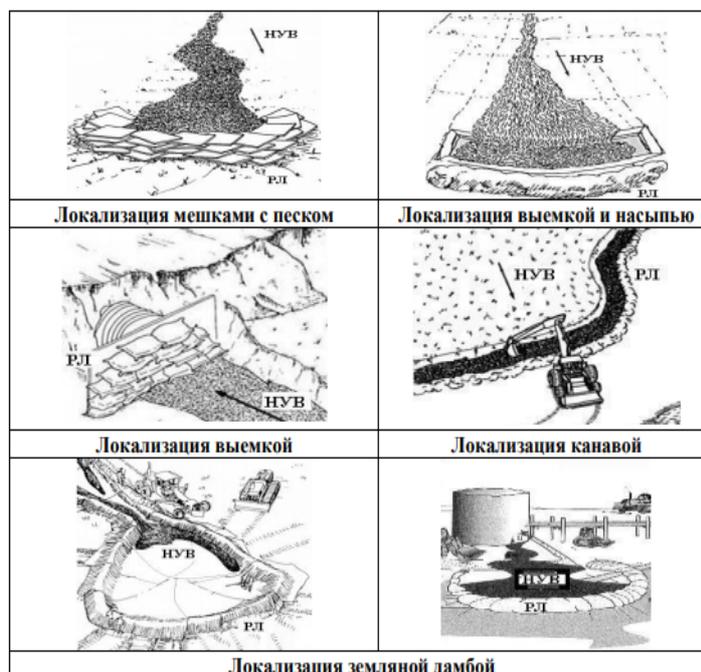


Рисунок 2.2.1.2 – Локализация разлива нефти на суше [37]

Функции подпорных стенок (Рисунок 2.2.1.3):

- Механический барьер при локализации нефти
- Направление, ограждение стока разлившейся нефти и ее дальнейшее задержание (для этого создаются емкости временного хранения) [37,43].

Секции подпорной стенки имеют анкера, которые заглубляются в грунт, опорное устройство так же фиксируется анкерами. Полог расстилается перед подпорной стенкой, фиксируется к грунту анкерами и к секциям канатом [42].



Рисунок 2.2.1.3 – Подпорные стенки [42]

Сорбирующие материалы (сорбирующие боны, барьеры, подушки, маты) применяются для задержки, сбора и удаления нефти, нефтепродуктов широком диапазоне температуры окружающей среды [43].

### 2.2.2 Сбор нефти

Основным способом сбора нефти с грунта является механический. Как правило, ручной способ сбора применяют при небольших объемах работ, а также при отсутствии или недостатке специальной техники невозможности ее использования (очень крутые склоны, топкая или лесистая местность и т.д.). Рабочие, занятые сбором нефти, должны быть обеспечены спецодеждой, а при необходимости и средствами защиты органов дыхания. При ручном способе сбора во вспомогательных операциях, таких как погрузка и смыв нефтепродуктов, могут применяться средства малой механизации и другое оборудование. Кроме того, при этом способе сбора возможно применение сорбента, а также различных механических погрузчиков [37].

При сборе нефти применяются: ведра, совки и совковые лопаты, емкости для накапливания нефтепродуктов (бочки и контейнеры различных типов), а также техника для их погрузки перевозки.

Традиционный способ сбора разлитых нефтепродуктов в труднодоступных местах с помощью совковых лопат, черпаков, швабр, прокладок может включать в себя соскребание, протирание сорбирующими материалами или просеивание, если нефть попала на берег в виде смоляных комков [36].

К недостаткам ручного способа сбора разлившейся нефти относится: высокая трудоемкость, малая производительность, сложности при организации работ (доставка людей, переодевание, прием пищи, медицинская помощь и т.п. в соответствии с существующими нормативами). Загрязненные или мокрые скальные породы, гравий, галька или склоны холмов и оврагов могут быть очень скользкими, а это ведет к падениям и травмам.

					<i>Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках</i>	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Методы механизированного сбора, применяемые при ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН), по принципу действия можно классифицировать следующим образом.

- Применение техники, использующей принцип адгезии;
- Применение техники, срезающей верхний слой грунта вместе с нефтепродуктом;
- Применение вакуумной техники.

Применение техники, использующей принцип адгезии (налипание нефти на рабочие органы установок - диски, щетки и т.д.), удобно при проведении операции по ЛАРН в теплое время года, а также в случае, если нефтепродукт обладает хорошей текучестью [37].

К оборудованию, основанном на принципе адгезии, относится ручной ковшовый нефтесборщик, щеточный нефтесборщик (Рисунок 2.2.2.1).



Рисунок 2.2.2.1 – Нефтесборщик щеточный Rock Cleaner [38]

Вакуумная техника является наиболее универсальным и эффективным способом сбора нефти, поскольку работоспособна практически любых условиях, даже при сборе замерзшего нефтепродукта. Размытый грунт также может быть собран с помощью вакуумной техники [43].

Вакуумные системы (Рисунок 2.2.2.2) используют в первую очередь в местах естественного скопления нефти - в понижениях и углублениях или там, где нефть была согнана в коллекторы (канавы, траншеи).

К недостаткам такой техники относится то, что она не может собрать с неровной твердой поверхности большую часть нефти. Кроме того, сбор затрудняют ветки и другая растительность. Вместе с нефтепродуктом происходит сбор мусора и частично грунта, что ведет к быстрому износу

					<i>Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках</i>	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

съемного устройства и повышает количество отходов. Данный метод не применяется для сбора загрязненного грунта в большом количестве.



Рисунок 2.2.2.2 – Нефтеборщик вакуумный АБУ–1[42]

Сбор с применением техники, срезающей верхний слой грунта вместе с нефтепродуктом, используется чаще других и может быть завершающей стадией или самостоятельной технологией. Чем мощнее техника, тем быстрее производится сбор загрязненного грунта, но при этом возрастает объем отходов и увеличиваются транспортные расходы. Техника, срезающая верхний слой грунта, является сегодня основным оборудованием для сбора нефти и загрязненного грунта в любое время года и особенно зимой, когда другая техника неэффективна. Данный вид техники высокопроизводителен и универсален в применении [36].

Недостатком землеройной техники является то, что при сборе нефти и грунта с ее помощью происходит захват дополнительного, незагрязненного объема, что удорожает последующие работы по транспортировке и очистке.

Использование землеройной техники в операциях по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов наиболее эффективно в следующих случаях:

- если нужно снять слой грунта определенной толщины, а не выровнять участок;
- если снятый грунт необходимо как можно быстрее вывезти на полигон;
- когда толщина загрязненного грунта может изменяться в пределах очищаемой площади.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Перед началом работ с использованием землеройной техники необходимо, как и при ручном способе, оценить их объем. Кроме того, следует разметить участки работ для различной техники с учетом наибольшей эффективности ее использования. При разделении на участки нужно учитывать изменение глубины загрязнения с поправкой на время подготовки работ, а также уклоны местности, допускаемую нагрузку на грунт и устойчивость пород. Необходимо определить места погрузки грунта.

Также нефть с твердой поверхности может собираться с помощью сорбентов (Рисунок 2.2.2.3), с помощью которых возможно удаление почти 86% загрязнения.

В настоящее время сорбенты часто производят из естественного органического сырья (торф) и растительных отходов (сельскохозяйственных культур). На базе такого сырья разработаны, например, такие сорбенты, как «Сорбест», «РС», «Лессорб» и др [42].



Рисунок 2.2.2.3 – Сорбент «Цеолит-сорб» [42]

В широких масштабах применяется достаточно редко, поскольку встает проблема сбора и утилизации загрязненных сорбентов, а также некоторые сорбенты сами могут оказывать негативное влияние на окружающую среду.

Таблица 2.2.2.1 Анализ методов сбора нефти с грунта

Метод сбора	Достоинства	Недостатки
Ручной	Простота сбора при небольших объемах	Высокая трудоемкость, малая производительность, необходимость большого числа работников, риск травматизма

Таблица 2.2.2.1 Анализ методов сбора нефти с грунта

Метод сбора	Достоинства	Недостатки
Адгезионная техника	Возможность использования в труднодоступных участках	Зависит от текучести нефтепродукта
Вакуумная техника	Универсальность	Сбор мусора вместе с грунтом, требует относительно ровной поверхности
Землеройная техника	Высокая производительность, универсальность	Захват дополнительного, незагрязненного грунта
Сорбенты	Высокая эффективность	Проблема сбора и утилизации загрязненного сорбента

На практике при производстве работ ЛАРН чаще всего можно встретить комбинацию вышеперечисленных методов.

### 2.3 Рекультивация нефтезагрязненных земель

Рекультивация нефтезагрязненных земель состоит из следующих этапов: технического и биологического [18].

На техническом этапе проводится ряд работ, а именно:

- снятие плодородного слоя почвы, засыпка траншей, провалов грунта и выравнивание прочих неровностей, то есть корректировка ландшафта;
- захоронение токсичных отходов
- нанесение плодородного слоя почвы.

Результатом технического этапа является образование территории. На биологическом этапе проводятся агротехнические работы, целью которых является улучшение свойств почвы [20].

Рекультивация земель может осуществляться по in-situ и ex-situ технологиям.

Ex-situ методы основаны на обработке и очистке грунта, который был собран на месте разлива. Достоинство таких методов – изоляция загрязненного грунта, минимизация влияния на участок разлива, флору, фауну. Благодаря

этому можно применять более результативные, быстрые способы очистки. Но такие методы более дорогостоящие и трудоемкие.

Технология *in situ* применяется непосредственно на месте загрязнения, что является ее преимуществом перед технологией *ex situ*. Данная технология включает биологические методы, физико-химические методы, термические методы, комбинированные методы.

Биологические методы во многом превосходят другие методы рекультивации, а именно:

- они экологически чисты и безопасны;
- оказывают минимальное влияние на химический и физический состав грунта/водоема;
- дешевизна
- небольшая трудоемкость

Их эффективность высока при низких концентрациях загрязняющего вещества, когда многие другие методы уже не работают.

Биологические методы включают в себя естественное разложение, фиторемедиацию, биоремедиацию, биовентиляцию.

Метод естественного разложения не является активной технологией восстановления почв, он основывается на самоочищающейся способности окружающей среды. Применим только в случае небольших разливов.

Метод фиторемедиации основан на посеве стойких к нефтяным загрязнениям и активизирующих почвенную микрофлору растений. Такие растения способствуют процессам разложения, или устранения загрязняющих веществ из почвы, и стабилизации почвы.

Фиторемедиацию проводят после того, как достигнут приемлемый уровень остаточного загрязнения почв нефтью. Посев трав осуществляют на этапе начала восстановления растительного покрова [20].

Используемые растения: хвощ лесной, осока, клевер луговой, клевер ползучий, люцерна, луговик северный). Любые растения, которые оптимальны для использования в качестве метода фиторемедиации на нефтезагрязненном

					Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

грунте, должны быть приспособлены к имеющимся условиям окружающей среды. Иначе говоря – это должны быть растения, естественным местом роста которых являются места разливов нефти (географически).

Преимущества метода: дешевизна, отсутствие сложного технического оборудования.

Недостатки метода: корни растений очищают почву лишь на определенной глубине, процесс является достаточно долгосрочным. Поэтому фиторемедиация используется для восстановления почв с низкой концентрацией загрязняющих веществ.

Биоремедиация – это применение технологий и устройств, предназначенных для биологической очистки почв.

Биоремедиация подразумевает следующую деятельность:

1) биостимуляцию – добавление в грунт субстратов, кислорода для увеличения скорости и стимулирования разложения нефти абиогенной микрофлорой грунта;

2) биодополнение – введение природных штаммов бактерий для увеличения скорости разложения нефти (*Actinomyces*, *Artrobacter*, *Thiobacterium*) [20].

Метод биоремедиации широко используется в настоящее время.

При ликвидации аварийных разливов нефти иногда бывает сложно провести границу между стадиями сбора нефти и рекультивации загрязненных земель. Чаще всего, технологии *in-situ* и *ex-situ*, так же, как и разные методы биологической рекультивации, используются в комбинации.

					Методы ликвидации аварийных разливов нефти на суше и малых водотоках	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

### 3. Расчетная часть

17 августа 2018 года в 20:00 на участке подземного магистрального нефтепровода диаметром 426 мм и толщиной стенки 10 мм, произошел разлив нефти. Глубина заложения нефтепровода – 2 м. Давление в нефтепроводе равно 5,4 МПа. В результате незаконной врезки на 8,5 километре участка по верхней образующей трубы в 45° от вертикальной оси образовалось отверстие диаметром 40 мм. Левая задвижка находится на отметке 6,5 км от начала участка, правая – на 10 км (конец участка). НПС находится в начале рассматриваемого участка. Время остановки перекачки – 25 минут. Время закрытия задвижек – 8 минут. Температура наружного воздуха в момент аварии равна 14°С, температура верхнего слоя земли – 12°С, температура воды в ручье – 9°С. Почвы – суглинок.

Разлившаяся нефть загрязнила 665 м<sup>2</sup> земель лесного фонда и 195 м<sup>2</sup> водной поверхности ручья.

Исходные данные сведены в Таблицу 3.1, точки перелома нефтепровода представлены в Таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Диаметр нефтепровода	$D_y=426$ мм
Глубина заложения нефтепровода	$h=2$ м
Напор, создаваемый атмосферным давлением	$h_a=10$ м
Время возникновения аварии	$T_a=20$ ч 00 мин
Время останова насосов	$T_o=20$ ч 25 мин
Время закрытия задвижек	$T_z=20$ ч 33 мин
Расход нефти в неповрежденном нефтепроводе при работающих насосных станциях	$Q_o=0,28$ м <sup>3</sup> /с

					Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Васильева С.С.			Расчетная часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					35	92
Консульт.						<b>НИ ТПУ ГРУППА</b>	<b>ИШПР 2Б5А</b>	
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Таблица 3.1 – Исходные данные

Расход нефти при работающих насосах в поврежденном нефтепроводе	$Q'=0,32 \text{ м}^3/\text{с}$
Протяженность аварийного участка нефтепровода	$L=10 \text{ км}$
Расстояние от насосной станции до места повреждения	$x^*=8,5 \text{ км}$
Расстояние от НПС до задвижки 1	$l_{\text{задв1}}=6,5 \text{ км}$
Расстояние от НПС до задвижки 2	$l_{\text{задв2}}=10 \text{ км}$
Геодезическая отметка начала аварийного участка	$Z_1=41,1 \text{ м}$
Геодезическая отметка конца аварийного участка	$Z_2=61,0 \text{ м}$
Геодезическая отметка места повреждения	$Z_{\text{м}}=53,0 \text{ м}$
Давление в начале поврежденного участка	$P_1=5,4 \text{ МПа}$
Давление в конце поврежденного участка	$P_2=4,3 \text{ МПа}$
Ускорение силы тяжести	$g=9,81 \text{ м/с}^2$
Плотность нефти	$\rho=795 \text{ кг/м}^3$
Показатель режима движения нефти по нефтепроводу	$m_0=0,25$
Внутренний диаметр нефтепровода	$d_{\text{вн}}=0,406 \text{ м}$
Площадь отверстия повреждения	
Кинематическая вязкость нефти	$\nu=0,077 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
Температура воздуха	$14^\circ\text{C}$
Температура воды	$9^\circ\text{C}$
Температура верхнего слоя земли	$12^\circ\text{C}$

Таблица 3.1 – Исходные данные

Площадь поверхности ручья, покрытая разлитой нефтью	250 м <sup>2</sup>
Площадь поверхности земель лесного фонда, покрытая разлитой нефтью	610 м <sup>2</sup>

Таблица 3.2 – Точки перелома нефтепровода

№ п/п	X, м	Z, м	№ п/п	X, м	Z, м
1	0	41,1	8	6500	36,3
2	1000	46,3	9	7000	32,2
3	2000	43,8	10	8000	48,7
4	3000	45,7	11	8500	53,0
5	4000	48,0	12	9500	66,0
6	5000	42,3	13	10000	61,0
7	6000	40,3	14		

С учетом имеющихся данных, необходимо рассчитать массу разлившейся и собранной нефти, ущерб почве, водному объекту и атмосфере при несанкционированной врезке.

### 3.1 Расчет количества нефти, вылившейся при незаконной врезке

Расчет количества нефти, вылившейся из трубопровода, производится в 3 этапа, определяемых разными режимами истечения [32]:

1. Истечение нефти с момента повреждения до остановки перекачки;
2. Истечение нефти из трубопровода с момента остановки перекачки до закрытия задвижек;
3. Истечение остаточной нефти из трубопровода.

Общий объем вылившейся нефти находится по следующей формуле (1):

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (3.1)$$

где  $V_1$  – объем нефти, вытекшей с момента повреждения до остановки перекачки, м<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем нефти, вытекшей с момента остановки перекачки до закрытия задвижек, м<sup>3</sup>;

					Расчетная часть	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$V_3$  – объем нефти, вытекшей с момента закрытия задвижек до прекращения утечки (до полного опорожнения отсечённой части трубопровода), м<sup>3</sup>.

### 3.1.1 Количество вылившейся нефти до остановки перекачки

Объём  $V_1$  нефти, вытекшей из нефтепровода с момента возникновения аварии  $T_a$  до момента остановки насосов  $T_0$  определяется следующей формуле (2):

$$V_1 = Q_1 T_1 = Q_1 (T_a - T_0) \quad (3.2)$$

где  $Q_1$  – расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки, м<sup>3</sup>/с;

$T_1$  – продолжительность истечения нефти из поврежденного нефтепровода при работающих насосных станциях, ч;

$T_0$  – время остановки насосов после повреждения, ч;

$T_a$  – время повреждения нефтепровода, ч.

Расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки, м<sup>3</sup>/ч (формула 3):

$$Q_1 = Q' - Q_0 \cdot \left( \frac{Z_1 - Z_2 + \frac{p' - p''}{\rho g} - i_0 \cdot x^* \cdot \left( \frac{Q'}{Q_0} \right)^{2 - m_0}}{i_0 \cdot (1 - x^*)} \right)^{\frac{1}{2 - m_0}} \quad (3.3)$$

где  $Q'$  – расход нефти в МНП в поврежденном состоянии, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_0$  – расход нефти в МНП при работающих насосных станциях в исправном состоянии, м<sup>3</sup>/ч;

$Z_1$  – геодезическая отметка начала участка нефтепровода, м;

$Z_2$  – геодезическая отметка конца участка нефтепровода, м;

$P'$  – давление в начале участка МНП в поврежденном состоянии, Па;

$P''$  – давление в конце участка МНП в поврежденном состоянии, Па;

$\rho$  – плотность нефти, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

					Расчетная часть	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$i_0$  – гидравлический уклон при перекачке нефти по исправному МНП;

$x^*$  – протяженность участка МНП от насосной станции до места повреждения, м;

$m_0 = 0,25$  – показатель режима движения нефти по МНП в исправном его состоянии;

$l$  – протяженность участка МНП, заключенного между двумя насосными станциями, м.

Расход  $Q_0$  нефти в исправном магистральном трубопроводе при работающих нефтеперекачивающих станциях (НПС) определяется режимом загрузки трубопровода и фиксируется приборами на НПС.

Расход  $Q'$ , давление  $P'$  в начале и  $P''$  в конце поврежденного МНП при работающих НПС определяются по показаниям приборов на НПС на момент аварии.

$l, Z_1, Z_2, x^*$  определяются по профилю трассы нефтепровода.

Далее по исходным данным построим профиль магистрального нефтепровода и укажем на нем место повреждения и ближайшие задвижки (Приложение D).

Профиль данного нефтепровода построен в соответствии с топографической картой, на которой указаны высоты точек трассы нефтепровода.

Затем необходимо посчитать гидравлический уклон по формуле Дарси-Вейсбаха (формула 4):

$$i_0 = \frac{\lambda}{D_{вн}} \cdot \frac{\omega^2}{2 \cdot g} \quad (3.4)$$

где  $\omega$  – средняя скорость потока течения жидкости в трубопроводе (формула 5);

$\lambda$  – коэффициент гидравлического сопротивления от трения;

$D_{вн}$  –внутренний диаметр трубопровода, м.

					Расчетная часть	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\omega = \frac{4 \cdot Q_0}{\pi \cdot D_{\text{вн}}^2} = \frac{4 \cdot 0,27}{3,14 \cdot (0,426 - 2 \cdot 0,01)^2} = 2,09 \text{ м/с} \quad (3.5)$$

Далее для расчета коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda$  необходимо посчитать число Рейнольдса, которое определяет характер потока жидкости в трубопроводе (формула 6):

$$Re = \frac{\omega \cdot D_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{2,09 \cdot 0,406}{0,077 \cdot 10^{-4}} = 110194 \quad (3.6)$$

где  $\nu$  – кинематическая вязкость жидкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Получившееся значение соответствует турбулентному течению жидкости. При данном режиме существует 3 закона, по которым определяют коэффициент гидравлического сопротивления. Наш случай удовлетворяет неравенству (7) и, следовательно, расчет ведется по формуле Альтшуля (8):

$$\frac{10 \cdot D_{\text{вн}}}{\Delta} < Re < \frac{500 \cdot D_{\text{вн}}}{\Delta} \quad (3.7)$$

$$\frac{10 \cdot 406}{0,2} < 110194 < \frac{500 \cdot 406}{0,2}$$

$$20300 < 110194 < 1015000$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{D_{\text{вн}}} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left( \frac{68}{110194} + \frac{0,2}{406} \right)^{0,25} = 0,02 \quad (3.8)$$

Подставляем найденные значения и считаем гидравлический уклон:

$$i_0 = \frac{0,02}{0,406} \cdot \frac{2,09^2}{2 \cdot 9,81} = 0,01$$

Затем считаем расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки:

$$Q_1 = 0,32 - 0,28 \cdot \left( \frac{41,1 - 61 + \frac{5,4 \cdot 10^6 - 4,3 \cdot 10^6}{795 \cdot 9,81} - 0,01 \cdot 8500 \cdot \left( \frac{0,32}{0,28} \right)^{2-0,25}}{0,01 \cdot (10000 - 8500)} \right)^{\frac{1}{2-0,25}} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с};$$

Тогда искомый объем равен:

$$V_1 = Q_1 \cdot T_1 = 0,05 \cdot 25 \cdot 60 = 75 \text{ м}^3.$$

					Расчетная часть	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3.1.2 Количество вылившейся нефти с момента остановки перекачки до закрытия задвижек

После отключения НПС происходит истечение нефти из направленных к месту аварии участков, возвышающихся относительно места аварии.

Временной промежуток, соответствующий моменту отключения НПС до закрытия задвижек, нужно разбить на временные интервалы  $\tau_i$ , при этом внутри данных промежутков времени режим истечения будем считать неизменной величиной. Для данной работы выбран  $\tau_i=2$  мин.

Общий объем выхода нефти из нефтепровода за время  $T_2 = T_0 - T_3$  определяется как сумма объемов  $V_i$  нефти, вытекших за элементарные промежутки времени  $T_i$ :

$$V_2 = \sum V_i = \sum Q_i \cdot T_i \quad (3.9)$$

Для каждого  $i$  – го элементарного интервала времени определяется соответствующий расход  $Q_i$  нефти через дефектное отверстие:

$$Q_i = \mu \omega \sqrt{2gh_i} \quad (3.10)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода нефти;

$\omega$  – площадь отверстия повреждения;

$h_i$  – напор в отверстии.

Напор в отверстии, соответствующий  $i$  – му элементарному интервалу времени, рассчитывается по формуле:

$$h_i = z_i - z_M - h_T - h_B \quad (3.11)$$

где  $Z_M$  – геодезическая отметка места повреждение;

$Z_i$  – геодезическая отметка самой высокой точки профиля рассматриваемого участка нефтепровода, заполненного нефтью на  $i$ -й момент времени;

$h_T$  – глубина заложения нефтепровода;

$h_a$  – напор, создаваемый атмосферным давлением.

					Расчетная часть	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коэффициент расхода  $\mu$  через дефектное отверстие диаметром  $d_{\text{отв}}$  определяется в зависимости от числа Рейнольдса  $Re$  (Таблица 3.1.2.1):

Таблица 3.1.2.1 – Зависимость коэффициента расхода от числа Рейнольдса

Re	<25	25...400	400...1000	10000...30000	>30000
			0	0	0
Коэффициент расхода $\mu$	$Re/48$	$Re/(1,5 + \frac{1,4}{Re})$	$0,592 + \frac{0,27}{\sqrt[6]{Re}}$	$0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}}$	0,595

Считаем площадь отверстия повреждения:

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,0012 \text{ м}^2 \quad (3.12)$$

### Интервал №1.

$$T_1 = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с.}$$

Чтобы найти напор в отверстии, соответствующий  $i$ -му элементарному интервалу времени воспользуемся формулой (11):

$$h_1 = Z_i - Z_M - h_T - h_a = 66 - 53 - 2 - 10 = 1 \text{ м}$$

Определяем число Рейнольдса по формуле (13):

$$Re = \frac{d_{\text{отв}} \cdot \sqrt{2gh_i}}{\nu} = \frac{0,038 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1}}{0,077 \cdot 10^{-4}} = 21857 \quad (3.13)$$

где  $d_{\text{отв}}$  – диаметр дефектного отверстия, м;

$\nu$  – кинематический коэффициент вязкости нефти,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$h_i$  – перепад напора в точке истечения нефти.

Определяем коэффициент расхода нефти, в соответствии с таблицей:

$$\mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}} = 0,629 \quad (3.14)$$

Расход  $Q_1$  нефти через дефектное отверстие:

$$Q_1 = \mu \omega \sqrt{2gh_1} = 0,629 \cdot 0,0012 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1} = 0,0033 \text{ м}^3/\text{с}$$

Объем нефти:

$$V_1 = Q_1 \cdot T_1 = 0,0033 \cdot 120 = 0,396 \text{ м}^3$$

За элементарный промежуток времени  $T_i$  освобождается  $V_i$  объем НП, что соответствует освобождению  $l_i$  участка нефтепровода:

$$l_1 = \frac{4 \cdot V_i}{\pi \cdot D_{BH}^2} = \frac{4 \cdot 0,396}{3,14 \cdot 0,406^2} = 3,06 \text{ м} \quad (3.15)$$

### Интервал №2.

$$T_2 = 2 = 120 \text{ с.}$$

По теореме Пифагора найдем длину последнего участка:

$$L = \sqrt{1000^2 + (66 - 53)^2} = 1000,08 \text{ м} \quad (3.16)$$

Из подобия треугольников получаем:

$$\frac{L}{(L-l_1)} = \frac{66-53}{z} \quad (3.17)$$

Отсюда:

$$z = \frac{13 \cdot (1000,08 - 3,06)}{1000,08} = 12,96 \text{ м}$$

Значит:

$$Z_2 = 53 + 12,96 = 65,96 \text{ м} \quad (3.18)$$

$$h_2 = Z_2 - Z_M - h_T - h_a = 65,96 - 53 - 2 - 10 = 0,96 \text{ м}$$

$$Re = \frac{d_{отв} \cdot \sqrt{2gh_i}}{\nu} = \frac{0,038 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,96}}{0,077 \cdot 10^{-4}} = 21418$$

$$\mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}} = 0,63$$

$$Q_2 = \mu \omega \sqrt{2gh_2} = 0,63 \cdot 0,0012 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,96} = 0,00328 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_2 = Q_2 \cdot T_2 = 0,00328 \cdot 120 = 0,3937 \text{ м}^3$$

$$l_2 = \frac{4 \cdot V_2}{\pi \cdot D_{BH}^2} = \frac{4 \cdot 0,3924}{3,14 \cdot 0,406^2} = 3,04 \text{ м}$$

### Интервал №3.

$$T_3 = 2_{\text{мин}} = 120 \text{ с.}$$

$$z = \frac{13 \cdot (1000,08 - 3,06 - 3,04)}{1000,08} = 12,92 \text{ м}$$

Значит:

$$Z_3 = 53 + 12,92 = 65,92 \text{ м}$$

$$h_3 = Z_3 - Z_M - h_T - h_a = 0,92 \text{ м}$$

					Расчетная часть	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Re = \frac{d_{отв} \cdot \sqrt{2gh_i}}{\nu} = \frac{0,038 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,92}}{0,077 \cdot 10^{-4}} = 20967$$

$$\mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}} = 0,63$$

$$Q_3 = \mu \omega \sqrt{2gh_2} = 0,63 \cdot 0,0012 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,92} = 0,0032 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_3 = Q_3 \cdot T_3 = 0,0032 \cdot 120 = 0,385 \text{ м}^3$$

$$l_3 = \frac{4 \cdot V_3}{\pi \cdot D_{BH}^2} = \frac{4 \cdot 0,3924}{3,14 \cdot 0,406^2} = 2,98 \text{ м}$$

#### Интервал №4.

$$T_4 = 2_{\text{мин}} = 120 \text{ с.}$$

$$z = \frac{13 \cdot (1000,08 - 3,06 - 3,04 - 2,98)}{1000,08} = 12,88 \text{ м}$$

Значит:

$$Z_4 = 53 + 12,88 = 65,88 \text{ м}$$

$$h_4 = Z_3 - Z_M - h_T - h_a = 0,88 \text{ м}$$

$$Re = \frac{d_{отв} \cdot \sqrt{2gh_i}}{\nu} = \frac{0,038 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,88}}{0,077 \cdot 10^{-4}} = 20506$$

$$\mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}} = 0,63$$

$$Q_4 = \mu \omega \sqrt{2gh_2} = 0,63 \cdot 0,0012 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,88} = 0,00314 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_4 = Q_4 \cdot T_4 = 0,00328 \cdot 120 = 0,377 \text{ м}^3$$

$$l_4 = \frac{4 \cdot V_4}{\pi \cdot D_{BH}^2} = \frac{4 \cdot 0,3924}{3,14 \cdot 0,406^2} = 2,91 \text{ м}$$

По формуле (9) ищем искомый объем:

$$V_2 = \sum V_i = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 0,396 + 0,394 + 0,385 + 0,377 = 1,552 \text{ м}^3$$

### 3.1.3 Количество нефти, вылившейся с момента закрытия задвижек до прекращения утечки

					Расчетная часть	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основной объем нефти, вытекающей после закрытия задвижек до прекращения самопроизвольного истечения нефти через место повреждения, определяется по формуле (19):

$$V_3' = \frac{\pi \cdot D_{\text{ВН}}^2 \cdot l'}{4} \quad (3.19)$$

$l'$  – это суммарная длина участков НП между двумя перевальными точками или двумя смежными с местом повреждения задвижками, возвышенными относительно места повреждения и обращенными к месту повреждения, за исключением участков, геодезические отметки которых ниже отметки повреждения, м. Дополнительный сток  $\Delta V_3$ , определяемый объемом участка НП с частичным опорожнением, для различных условий в зависимости от диаметра НП определяется в соответствии с данными, приведенными в таблице 2.2 [32].

Объем стока нефти из нефтепровода с момента закрытия задвижек равен сумме основного и дополнительных стоков нефти.

Так как 3 стадия истечения – это истечение нефти самотеком, то в данном случае на нефть действует только сила тяжести, и нефть будет течь только вниз.

По профилю нефтепровода определим участки, из которых нефть будет вытекать под действием гравитации: это участок от 8,5 км до 9,5 км с вычетом того, что уже стекло с этого участка в пункте 2.

$$l' = L - l_1 - l_2 - l_3 - l_4 = 1000,08 - 3,06 - 3,04 - 2,98 - 2,91 = 988,09 \text{ м}$$

Отсюда по формуле (19) находим объем:

$$V_3' = \frac{\pi \cdot D_{\text{ВН}}^2 \cdot l'}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,406^2 \cdot 988,09}{4} = 127,9 \text{ м}^3$$

Согласно данным, приведенным в таблице, найдем дополнительный сток  $\Delta V_3$ . Нашему случаю соответствует формула верхняя формула:

$$\Delta V_3 = A \cdot D_{\text{ВН}}^3 \cdot \frac{1}{k(x_i)} \quad (3.20)$$

Учитывая расположение отверстия по условию, по таблице находим, что  $A=0,582$ .

Рассчитываем  $K_{x_i}$ :

$$K_{(x_i)} = \frac{Z_* - Z_i}{\Delta X} = \frac{53 - 48,7}{500} = 0,009 \quad (3.21)$$

					Расчетная часть	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Дополнительный сток равняется:

$$\Delta V_3 = 0,582 \cdot 0,406^3 \cdot \frac{1}{0,009} = 4,33 \text{ м}^3.$$

Тогда объем нефти, вылившийся после закрытия задвижек, равен:

$$V_3 = 127,9 + 4,33 = 132,2 \text{ м}^3$$

По формуле (1) определяем общий объем вылившейся нефти:

$$V_3 = 75 + 1,552 + 132,2 = 208,8 \text{ м}^3$$

Масса вылившейся нефти по формуле (22):

$$M = V \cdot \rho = 208,8 \cdot 0,795 = 165,96 \text{ т} \quad (3.22)$$

### 3.2 Оценка загрязнения

#### 3.2.1 Оценка степени загрязнения грунта

Степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта. Поэтому расчет основывается на поиске объема нефтенасыщенного грунта по формуле (23):

$$V_{гр} = F_{гр} \cdot h_{ср} = 610 \cdot 0,08 = 48,8 \text{ м}^3 \quad (3.23)$$

где  $F_{гр}$  – площадь нефтенасыщенного грунта,  $\text{м}^2$ ;

$h_{ср}$  – средняя глубина пропитки грунта на всей площади нефтенасыщенного грунта, равная 0,08 м.

Объем нефти, впитавшейся в грунт, находим по формуле (24):

$$V_{вп} = K_n \cdot V_{гр} = 0,14 \cdot 48,8 = 6,83 \text{ м}^3 \quad (3.24)$$

где  $K_n$  – нефтеемкость грунта (в условиях разлива грунт – суглинок средний, влажность грунта составляет 60%,  $K_n = 0,14$ ).

Далее находим массу нефти, впитавшейся в грунт:

$$M_{вп} = V_{вп} \cdot \rho = 0,795 \cdot 6,83 = 5,4 \text{ т} \quad (3.25)$$

#### 3.2.2 Оценка степени загрязнения ручья

Масса нефти, загрязняющей водный объект для водотоков, находится по формуле (26):

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$M_{\text{НВК}} = 8,7 \cdot 10^{-4} \cdot M_p \cdot (C_n - C_\phi) \quad (3.26)$$

где  $C_n = 122 \text{ г/м}^3$  – концентрация насыщения растворенной нефти, принимается по таблице 3.

В Таблице 3.2.2.2 представлена концентрация насыщения воды нефтью в зависимости от вида водного объекта.

Таблица 3.2.2.2 – Концентрация насыщения воды нефтью [14]

Вид водного объекта	Концентрация насыщения, г/м <sup>3</sup>
Водоемы	26
Водотоки	122

Масса нефти, разлитой на поверхности ручья, найдем по формуле (3.27):

$$M_p = (m_p - m_\phi) \cdot F_n \cdot 10^{-6} + (C_p - C_\phi) \cdot V_p \cdot 10^{-6} \quad (3.27)$$

где  $m_p = 30 \text{ г/м}^2$  – удельная масса пленочной нефти на  $1 \text{ м}^2$  площади ручья после разлива;

$m_\phi = 0,05 \text{ г/м}^2$  – удельная масса пленочной нефти на  $1 \text{ м}^2$  площади свободной от разлива поверхности ручья;

$C_p = 15 \text{ г/м}^3$  – концентрация растворенной и эмульгированной нефти в воде на глубине 0,3 м после аварии;

$C_\phi = 0,15 \text{ г/м}^3$  – концентрация растворенной и эмульгированной нефти в воде на глубине 0,3 м вне зоны разлива;

$V_p$  – объем воды, в которой растворилась нефть;

$F_n = 195 \text{ м}^2$  – площадь поверхности водного объекта, покрытая нефтью.

Найдем объем воды с растворенной нефтью:

$$V_p = 0,3 \cdot F_n \quad (3.28)$$

$$V_p = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ м}^3$$

Тогда масса нефти, разлитой по поверхности ручья равна:

$$M_p = (30 - 0,05) \cdot 250 \cdot 10^{-3} + (15 - 0,15) \cdot 75 \cdot 10^{-3} = 8,6 \text{ кг}$$

Искомая масса равна:

$$M_{\text{НВК}} = 8,7 \cdot 10^{-4} \cdot 8,6 \cdot (122 - 0,05) = 0,91 \text{ кг}$$

					Расчетная часть	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Масса пленочной нефти, которая осталась на поверхности ручья после проведения обязательных мероприятий по сбору нефти, рассчитывается по формуле (29):

$$M_{\text{пл.ост}} = m_{\text{пл.ост}} \cdot F_{\text{н.ост}} \quad (3.29)$$

где  $m_{\text{пл.ост}} = 0,1 \text{ г/м}^2$  – масса пленочной нефти на  $1 \text{ м}^2$  площади водной поверхности после завершения сбора основной массы разлитой нефти, принимается по таблице 4;

$F_{\text{н.ост}} = 250 \text{ м}^2$  – площадь водной поверхности, покрытой пленочной нефтью после завершения сбора основной массы разлитой нефти.

$$M_{\text{пл.ост}} = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 0,03 \text{ кг}$$

Найдем общую массу нефти, принимаемую для расчета платы за загрязнения водного объекта (формула 30):

$$M_{\text{вод}} = M_{\text{пл.ост}} + M_{\text{нкв}} = 0,03 + 0,91 = 0,94 \text{ кг} \quad (3.30)$$

### 3.2.3 Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха

Масса летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с поверхности почвы, покрытой разлитой нефтью, определяется по формуле (31):

$$M_{\text{ип}} = q_{\text{ип}} \cdot F_{\text{гр}} \cdot 10^{-6} \quad (3.31)$$

где  $q_{\text{и.п.}}$  – удельная величина выбросов летучих углеводородов с  $1 \text{ м}^2$  поверхности нефти, разлившейся на почве ( $\text{г/м}^2$ ), выбирается в зависимости от следующих параметров: плотности нефти  $\rho$ ; средней температуры поверхности испарения  $t_{\text{п.и.}}$ ; толщины слоя нефти на дневной поверхности почвы  $\delta_{\text{п.}}$ ; продолжительности процесса испарения свободной нефти с поверхности почвы  $\tau_{\text{и.п.}}$ . Для нашего случая  $q_{\text{ип}} = 1710 \text{ г/м}^2$ .

$$M_{\text{ип}} = 1710 \cdot 610 \cdot 10^{-6} = 1,04 \text{ т}$$

Масса летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с поверхности водного объекта, найдем по следующей формуле:

$$M_{\text{ив}} = q_{\text{ив}} \cdot F_{\text{н}} \cdot 10^{-6} = 1710 \cdot 250 \cdot 10^{-6} = 0,4 \text{ т} \quad (3.32)$$

					Расчетная часть	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Масса нефти, принимаемая для расчета платы за выбросы летучих низкомолекулярных углеводородов нефти в атмосферный воздух при авариях на нефтепроводах:

$$M_{\text{атм}} = M_{\text{ип}} + M_{\text{ив}} = 1,04 + 0,4 = 1,44 \text{ т} \quad (3.33)$$

$$M = M_{\text{бп}} + M_{\text{сб}} \quad (3.34)$$

$$M_{\text{бп}} = M_{\text{вп}} + M_{\text{вод}} + M_{\text{атм}} \quad (3.35)$$

где  $M$  – общая масса нефти, вылившейся при аварии;

$M_{\text{в.п.}}$  – масса, впитавшейся в грунт нефти;

$M_{\text{атм}}$  – масса испарившихся летучих низкомолекулярных углеводородов нефти;

$M_{\text{вод}}$  – масса нефти, загрязняющая водный объект.

Найдем массу безвозвратно потерянной нефти:

$$M_{\text{бп}} = 5,4 + 0,00094 + 1,44 = 6,84 \text{ т}$$

Тогда масса собранной нефти с поверхности ручья и грунта равна:

$$M_{\text{сб}} = M - M_{\text{б.п.}} = 165,96 - 6,84 = 159,1 \text{ т.}$$

### 3.3 Оценка ущерба, подлежащего компенсации окружающей природной среде

#### 3.3.1 Ущерб от загрязнения грунта

Ущерб от загрязнения земель нефтью определяется по формуле 36 [34]:

$$Y_z = H_c \cdot F_{\text{гр}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{э}(i)} \cdot K_{\text{г}} \quad (3.36)$$

где  $H_c$  – норматив стоимости сельскохозяйственных земель, руб/га (табл. П.7.1) [14];

$F_{\text{гр}}$  – площадь нефтенасыщенного грунта, га;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент пересчета, принимаемый в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель (табл. П.7.2) [14];

					Расчетная часть	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$K_B$  – коэффициент пересчета, принимаемый в зависимости от степени загрязнения земель, которая характеризуется 5 уровнями (табл. П.7.3) [34];

$K_{э(i)}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории  $i$ -го экономического района (табл. П.7.4) [34];

$K_T$  – коэффициент пересчета, принимаемый в зависимости от глубины загрязнения земель (табл. П.7.5) [34];

$$У_з = 951 \cdot 610 \cdot 3,2 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3341433,6 \text{ руб.}$$

### 3.3.2 Ущерб от загрязнения атмосферы

Плата за сверхлимитный выброс низкомолекулярных углеводородов с применением повышающего коэффициента по формуле 37 [34]:

$$У_{ка} = 5 \cdot K_{и} \cdot C_a \cdot M_{атм} \quad (3.37)$$

Ущерб, подлежащий компенсации,  $У_{к.а.}$  рассчитывается как плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ применением повышающего коэффициента 5.

$K_{и}$  – коэффициент инфляции, равный 4,2.

Ставка платы за выброс одной тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита, руб/т рассчитывается по формуле 38:

$$C_a = H_{б.а} \cdot K_{э.а} \quad (3.38)$$

Базовый норматив платы  $H_{б.а}$  и коэффициент экологической ситуации  $K_{э.а.}$  берутся в соответствии с Базовыми нормативами платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду и размещение отходов из П 9.1, П 9.2[34].

Рассчитываем  $C_a$  по формуле 38:

$$C_a = 50 \cdot 1,2 = 60 \text{ руб.}$$

					Расчетная часть	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитываем ущерб ОПС от выбросов летучих низкомолекулярных углеводородов нефти в атмосферу при аварийных разливах согласно формуле 37:

$$Y_{\text{ка}} = 5 \cdot 4,2 \cdot 60 \cdot 1,44 = 1814,4 \text{ руб.}$$

### 3.3.3 Ущерб от загрязнения ручья

Ущерб, подлежащий компенсации окружающей среде от загрязнения водной поверхности, определяется по формуле 39 [34]:

$$Y_{\text{вод}} = 5 \cdot K_{\text{и}} \cdot C_{\text{а}} \cdot M_{\text{вод}} \quad (3.39)$$

Ставка платы за загрязнение поверхностного слоя водного объекта одной тонной растворенной и эмульгированной нефти в пределах установленного лимита, руб./т определяется согласно формуле 40:

$$C_{\text{в}} = H_{\text{б.в.}} \cdot K_{\text{э.в.}} \quad (3.40)$$

Базовый норматив платы  $H_{\text{б.в.}}$  принимается по табл.П.8.1 [32], коэффициент экологической ситуации  $K_{\text{э.в.}}$  – по табл.П.8.2 [34].

Определяем ставку платы за загрязнение поверхностного слоя водного объекта по формуле 40:

$$C_{\text{в}} = 221750 \cdot 1,02 = 226185 \text{ руб.}$$

Определяем ущерб, подлежащий компенсации окружающей среде от загрязнения водной поверхности по формуле 39:

$$Y_{\text{вод}} = 5 \cdot 4,2 \cdot 226185 \cdot 0,94 \cdot 10^{-3} = 4464,9 \text{ руб}$$

### 3.3.4 Общий ущерб окружающей природной среде

Общий ущерб окружающей природной среде рассчитывается по формуле 41 [32]:

$$\Pi = Y_{\text{з}} + Y_{\text{ка}} + Y_{\text{вод}} = 3341433,6 + 1814,4 + 4464,9 = 3347712,9 \text{ руб} \quad (3.41)$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

#### 4. Обоснование выбора оборудования и технологии ликвидации аварийного разлива

Для локализации разлива могут быть использованы следующие методы и оборудование:

На ручье:

- 1) Боновые заграждения Vikoma HI Sprint

Для локализации (сдерживания) разлива нефти на ручье могут быть использованы оградительные боновые заграждения Vikoma HI Sprint-750 (Таблица 4.1, Рисунок 4.1). Размещение бонов целесообразно в районе приямка.

Таблица 4.1 – Технические характеристики Vikoma HI Sprint [38]

Параметр	Ед. изм.	Значение
Высота	мм	750
Надводный борт	мм	350
Осадка	мм	400
Длины стандартных секций	м	25
Вес	кг/м	4,84



Рисунок 4.1 – Боновое заграждение Vikoma HI Sprint–750 [38]

Также целесообразно выкапывание приямка для концентрации нефти в одном месте с целью удобства последующего сбора.

Для локализации разлива на грунте:

Так как по условию площадь загрязненных земель равна 665 м<sup>2</sup>, длина нефтезагрязненной полосы равна примерно 250 м, то ширина полосы,

					<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильева С.С.</i>			<i>Обоснование выбора оборудования и технологии ликвидации</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					52	92
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ ГРУППА ИШПР 2Б5А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

загрязненной нефтью, будет варьироваться от 1 до 3 метров. Глубина пропитки грунта нефтью, в соответствии с типом грунта и окружающими условиями, равна в среднем 8 см. В данных условиях также присутствует понижение рельефа. Приняв во внимание все вышеперечисленные факторы, целесообразно будет выкапывание земляной траншеи длиной до 3м ручным способом. Далее из данной траншеи откачку нефтепродукта можно производить вакуумным нефтесборщиком.

Для ликвидации разлива нефти может быть использовано следующее основное оборудование ЛАРН:

2) Скиммер для сбора нефти Vikoma Komara 7.

Возможно использование скиммера адгезионного типа (Таблица 4.2, Рисунок 4.2), поскольку водный объект на месте разлива характеризуется небольшой глубиной и наличием подводной растительности. Данный скиммер подходит для следующих условий эксплуатации: озера, отстойные пруды, порты и гавани. В нашем случае в районе ручья выкопан приямок (куда стекает нефть с ручья), где отсутствует течение, следовательно, мы можем применить данное оборудование.

Необходимое количество нефтесборщиков и нефтесборных устройств определяется из условия сбора нефтепродуктов из разлива в течение 6 часов (норматив времени, установленный Постановлением Правительства Российской Федерации от 21.08.2000г. N 613) по формуле:

$$N = \frac{V}{Q \cdot T} = \frac{75}{7 \cdot 4} = 2,7 \text{ шт.} \quad (4.1)$$

где: N – количество нефтесборщиков, шт.;

V – расчётный объем разлива нефтепродуктов на ручье, м<sup>3</sup>;

Q – производительность технических средств для сбора нефтепродуктов, м<sup>3</sup>/час;

T – время, ч.

					Обоснование выбора оборудования и технологии ликвидации	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

С учетом расчетов будем использовать скиммеры наименьшей производительности в количестве трех штук.

Таблица 4.2 – Технические характеристики [38]

Параметр	Единицы измерения	Значение
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	7
Количество дисков на насадке	шт	8
Осадка	мм	140 (минимальная рабочая глубина - 70мм)
длина	мм	880
ширина	мм	500
высота	мм	430
Вес скиммера	кг	19
Материал корпуса	-	нержавеющая сталь (316) и стеклопластик
диски	-	жесткая олеофильная пластмасса



Рисунок 4.2 – Скиммер Vikoma Komara 7 [38]

### 3) Резервуар для сбора нефти самонесущий Vikotank

Объем: максимальный–15 м<sup>3</sup>, минимальный–2.5 м<sup>3</sup> [4].

В целях сбора и временного хранения нефти и нефтепродуктов в процессе проведения работ по ЛАРН может быть использован резервуар для сбора нефти самонесущий Vikotank (Рисунок 4.3) [3].



Рисунок 4.3 – Резервуар Vikotank [38]

4) Агрегат для сбора нефти и АКН-10-ОД на шасси КАМАЗ – 43118

Данным агрегатом можно производить откачку собранной нефти из временного резервуара (Таблица 4.3, Рисунок 4.4).

Таблица 4.3 – Технические характеристики агрегата сбора нефти [40]

Параметр	Единицы измерения	Значение
Время заполнения цистерны	мин	8
Рабочее давление	Мпа	0,06
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	310
Номинальная вместимость цистерны	м <sup>3</sup>	10
Максимальная скорость движения	км/ч	75



Рисунок 4.4 – АКН-10-ОД на шасси КАМАЗ [40]

5) Вакуумная система сбора нефти Vikoma (Mini-Vac System) – 1 шт.

Условиями эксплуатации являются труднодоступные участки (каменистые пляжи, зоны вокруг прудов и озер, болотистой местности, гаванях и промышленных сточных ямах, пересеченная местность), суша, твердая поверхность.

Данная вакуумная система сбора (Таблица 4.4, Рисунок 4.5) нужна для сбора нефти с водной поверхности, откуда невозможен сбор скиммерами, а также на границе ручей/грунт.

Таблица 4.4 – Технические характеристики Mini-Vac System [38]

Параметр	Единицы измерения	Значение
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	24



Рисунок 4.5 – Mini-Vac System [38]

Так как по условию площадь загрязненных земель равна 665 м<sup>2</sup>, длина нефтезагрязненной полосы равна примерно 250 м, то ширина полосы, загрязненной нефтью, будет варьироваться от 1 до 3 метров. Глубина пропитки грунта нефтью, в соответствии с типом грунта и окружающими условиями, равна в среднем 8 см. Исходя из вышеперечисленных данных, целесообразно будет использовать землеройную технику, то есть срез нефтезагрязненного грунта с последующим его вывозом. Для среза грунта возможно использование бульдозера (Таблица 4.5, Рисунок 4.6), для погрузки грунта – экскаватора (Таблица 4.6, Рисунок 4.7), для вывоза грунта – грузового автомобиля (Таблица 4.7, Рисунок 4.8).

6) Гусеничный бульдозер Komatsu D65E-12

Таблица 4.5 – Технические характеристики Komatsu D65E-12

Параметр	Единицы измерения	Значение
Объем отвала	м <sup>3</sup>	3,89
Мощность двигателя	лс	180
Ширина отвала	мм	3415
Максимальная величина углубления отвала в грунт	мм	440
Масса	кг	19125



Рисунок 4.6 – бульдозер Komatsu D65E-12 [44]

7) Гусеничный экскаватор KOMATSU PC300/LC-8

Таблица 4.6 – Технические характеристики KOMATSU PC300/LC-8

Параметр	Единицы измерения	Значение
Объем ковша	м <sup>3</sup>	1,4
Максимальная высота выгрузки грунта	мм	6520
Масса	кг	32580



Рисунок 4.7 – Гусеничный экскаватор KOMATSU PC300/LC-8 [44]

8) Дорожный самосвал КАМАЗ 65201

Таблица 4.7 – Технические характеристики КАМАЗ 65201

Параметр	Единицы измерения	Значение
Грузоподъемность	т	25,5
Объем кузова	м <sup>3</sup>	20
Масса	кг	35000



Рисунок 4.8 – Дорожный самосвал КАМАЗ 65201 [44]

Заключительным этапом ликвидации разлива нефти является рекультивация земель. В данном случае, после технической стадии рекультивации, то есть снятия загрязненного слоя грунта и вывозки его с места разлива для последующей очистки и нанесения плодородного слоя земли и после корректировки ландшафта, возможна посадка стойких к нефтяным загрязнениям и активизирующих почвенную микрофлору растений (фиторемедиации), например, ежа сборная, полевица гигантская, осока.

## 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов продолжают быть проблемой. Попадая в окружающую среду, нефть наносит ущерб экологии. Для того, чтобы минимизировать влияние разлитой нефти, необходимо как можно быстрее ликвидировать разлив. В такой ситуации первоочередной задачей является локализация и сбор разлившихся нефтяных продуктов и максимально быстрое устранение последствий разлива.

Качество и быстрота ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов напрямую зависит от технологии ликвидации и используемого оборудования. В первую очередь, важен правильный подбор оборудования ЛАРН и эффективность работы последнего.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является подбор конкурентоспособного оборудования и технологии ЛАРН, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- Анализ сильных и слабых сторон выбранного оборудования ЛАРН (производства Vikoma)
- Определение возможных альтернатив в виде оборудования ЛАРН иного производства, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

					<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильева С.С.</i>			<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					59	92
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>				<b>ГРУППА ИШПР 2Б5А</b>		

- планирование научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### 5.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В качестве конкурирующих технических решений выберем оборудование ЛАРН производства «Vikoma» (выбрана, как наиболее подходящая для данной ВКР), «Спецоборудование» и «Лессорб».

Анализ будем проводить с помощью оценочной карты (таблица 5.1.1). Индекс “ф” соответствует оборудованию ЛАРН производства «Vikoma», “к1” и “к2” – «Спецоборудование» и «Лессорб» соответственно.

Таблица 5.1.1.1 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда рабочего	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
2. Удобство в эксплуатации	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
3. Надежность	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
4. Простота эксплуатации	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
5. Безопасность	0,07	5	4	5	0,35	0,28	0,35
6. Удобство транспортировки	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
7. Эффективность	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,3

Таблица 5.1.1.1 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

8. Потребность в установке дополнительного оборудования	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
9. Быстрота развертывания	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
10. Износостойкость	0,07	4	3	4	0,28	0,21	0,28
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Уровень проникновения на рынок	0,06	4	2	3	0,24	0,12	0,18
2. Цена	0,08	4	5	5	0,32	0,4	0,4
3. Наличие сертификации разработки	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
4. Послепродажное обслуживание	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
5. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	3	5	0,35	0,21	0,35
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4,73</b>	<b>3,92</b>	<b>4,44</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5.1.1.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В результате составления таблицы выяснили, что конкурентоспособность технического решения оборудования ЛАРН «Vikoma» является наиболее высокой ( $K = 4,73$ ). Данный результат можно объяснить тем, что оборудование ЛАРН производства «Vikoma» произведено по более новым технологиям с использованием коррозионностойких материалов.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

## 5.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Технологию QuaD будем применять для оборудования ЛАРН производства «Vikoma». Для удобства также воспользуемся оценочной картой (таблица 5.1.2.1)

Таблица 5.1.2.1 Оценочная карта для оценки качества и перспективности разработки по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Повышение производительности труда рабочего	0,09	95	100	0,95	0,0855
2. Удобство в эксплуатации	0,06	99	100	0,99	0,0594
3. Надежность	0,08	99	100	0,99	0,0792
4. Простота эксплуатации	0,06	92	100	0,92	0,0552
5. Безопасность	0,07	99	100	0,99	0,0693
6. Удобство транспортировки	0,05	85	100	0,85	0,0425
7. Эффективность	0,06	90	100	0,9	0,054
8. Потребность в установке дополнительного оборудования	0,06	80	100	0,8	0,048

Таблица 5.1.2.1 Оценочная карта для оценки качества и перспективности разработки по технологии QuaD

9. Быстрота развертывания	0,06	85	100	0,85	0,051
10. Износостойкость	0,07	85	100	0,85	0,0595
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
1. Уровень проникновения на рынок	0,06	90	100	0,9	0,054
2. Цена	0,08	65	100	0,65	0,052
3. Наличие сертификации разработки	0,06	100	100	1	0,06
4. Послепродажное обслуживание	0,07	85	100	0,85	0,0595
5. Конкурентоспособность продукта	0,07	98	100	0,98	0,0686
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,8977</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (5.1.2.1)$$

где  $P_{\text{ср}}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Поскольку полученное средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки находится в пределах от 1 до 0,8, значит, согласно технологии QuaD, способ ликвидации аварийного разлива нефти с использованием оборудования производства «Vikoma» является перспективным.

## 5.2 Планирование научно-исследовательской работы

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

## 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 5.2.1.1 – Перечень этапов, работ и распределения исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследования	Студент, руководитель
	4	Определение списка нормативных документов для ВКР	Студент
	5	Календарное планирование работ	Студент, руководитель
Теоретические исследования	6	Теоретическое исследование аварийного разлива нефти на МТ Ду=426 мм	Студент
	7	Проведение анализа методов ЛАРН	Студент
	8	Расчет ущерба окружающей среде	Студент
	9	Изучение технического оборудования ЛАРН	Студент
	10	Подбор технического оборудования для ликвидации данного разлива	Студент
	11	Финансовый менеджмент	Студент, руководитель
	12	Социальная ответственность	Студент, руководитель
Обобщение и оценка результатов	13	Оценка полученных результатов расчетов	Студент, руководитель

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожi}$  используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5} \quad (5.2.2.1)$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i} \quad (5.2.2.2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

В качестве графика будем использовать ленточный график в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5.2.3.1)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.2.3.2)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{273}{226} = 1,2$$

Все рассчитанные значения сведем в таблицу 5.2.2.1

Таблица 5.2.3.1 Временные показатели проведения исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	tmin, чел-дни	tmax, чел-дни	toжi, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	20	25	22	Руководитель, студент	11	14
Подбор и изучение материалов по теме	20	23	22	Студент	22	27

Таблица 5.2.3.1 Временные показатели проведения исследования

Выбор направления исследования	5	10	7	Студент, руководитель	4	5
Определение списка нормативных документов для ВКР	10	15	12	Студент	12	15
Календарное планирование работ	3	5	4	Студент, руководитель	2	3
Теоретическое исследование аварийного разлива нефти на МТ Ду=426 мм	20	25	22	Студент	22	27
Проведение анализа методов ЛАРН	30	40	34	Студент	34	41
Расчет ущерба окружающей среде	30	35	32	Студент	32	39
Изучение технического оборудования ЛАРН	20	25	22	Студент	22	27
Подбор технического оборудования для ликвидации данного разлива	15	20	17	Студент	17	21
Финансовый менеджмент	10	20	14	Студент, руководитель	7	9
Социальная ответственность	10	20	14	Студент, руководитель	7	9
Оценка полученных результатов расчетв	5	7	6	Студент, руководитель	3	4

На основании таблицы 5.2.3.1 строим календарный план график (табл. 5.2.3.2.)

Таблица 5.2.3.2 Календарный план-график выполнения НИТ

№	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub>	Продолжительность выполнения работ																										
				Сент.			Окт.			Нояб.			Дек.			Янв.			Февр.			Март			Апр.			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент	14	■	■	■																								
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	27		■	■																								
3	Выбор направления исследования	Студент, руководитель	5			■																								
4	Определение списка нормативных документов для ВКР	Студент	15				■	■	■																					
5	Календарное планирование работ	Студент, руководитель	3						■																					
6	Теоретическое исследование аварийного разлива нефти на МТ Ду=426 мм	Студент	27						■	■	■	■																		
7	Проведение анализа методов ЛАРН	Студент	41									■	■	■	■															
8	Расчет ущерба окружающей среде	Студент	39												■	■	■	■												
9	Изучение технического оборудования ЛАРН	Студент	27															■	■	■	■									
10	Подбор технического оборудования для ликвидации данного разлива	Студент	21																		■	■	■	■						
11	Социальная ответственность	Студент, руководитель	9																					■						
12	Финансовый менеджмент	Студент, руководитель	9																							■	■			
13	Оценка полученных результатов расчетов	Студент, руководитель	4																								■			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

## 5.2.4. Бюджет научно-технического исследования

### 5.2.4.1 Основная заработная плата исполнителей исследования

В настоящую статью включается основная заработная плата научных руководителей, студентов-исполнителей исследования. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Таблица 5.2.4.1.1 Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	273	273
Нерабочие дни	47	47
Потери рабочего времени	58	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	168	216

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (5.2.4.1.1)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (5.2.4.1.2)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени персонала.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (5.2.4.1.3)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 5.2.4.1.2 Расчет основной заработной платы

Исполнитель	$Z_{тс}$ , руб	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_p$ , руб	$Z_{осп}$ , руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	3175	34	107943
Студент	6382	0	0	1,3	8297	399	195	77900
Итого								185843

Таблица 5.2.4.1.3 Расчет основной заработной платы (по этапам)

№	Этап работы	Исполнитель	Трудоемкость, чел.-дн.	Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Разработка технического задания	Руководитель/ студент	33/67	1603/349	52892/23370
2	Теоретические исследования	Руководитель/ студент	28/155	1619/342	45336/52972
3	Обобщения и оценка результатов	Руководитель/ студент	6/6	1619/260	9715/1558

#### 5.2.4.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (5.2.4.2.1)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 5.2.4.2.1 Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата
Руководитель	107943
Студент	77900
Коэффициент отчислений	27,1%.
Итого	50363

### 5.2.4.3 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопировани материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 2) \quad (5.2.4.3.1)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (185843 + 50363) = 37793$$

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

#### 5.2.4.4 Формирование бюджета научно-исследовательского проекта

Таблица 5.2.4.3.1 Расчет бюджета затрат НИИ

Статья	Сумма, руб
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	185843
Отчисления во внебюджетные фонды	50363
Накладные расходы	37793
<b>Бюджет затрат НИИ</b>	<b>273999</b>

Аналогично получаем бюджет затрат НИИ для двух альтернативных вариантов исследования. Составим сводную таблицу бюджета затрат НИИ для основного (исполнение 1) и двух альтернативных вариантов (исполнение 2 и 3 соответственно):

Таблица 5.2.4.3.2 Сводная таблица бюджета затрат НИИ

Вариант исполнения	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Бюджет НИИ, руб	273999	227419	252079

#### 5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (5.3.1)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (5.3.2)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{\text{исп}i}$ ) равен отношению интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп}1}}{I_{\text{исп}2}} \quad (5.3.3)$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Таблица 5.3.1 Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Объект исследования	Вес критерия	«Vikoma»	«Спецоборудование»	«Лессорб»
	Повышение производительности труда рабочего	0,09	5	5	5
	Удобство в эксплуатации	0,06	5	3	4
	Надежность	0,08	5	4	4
	Простота эксплуатации	0,06	5	3	4
	Безопасность	0,07	5	4	5
	Удобство транспортировки	0,05	5	4	4
	Эффективность	0,06	5	4	5
	Потребность в установке дополнительного оборудования	0,06	4	4	4
	Быстрота развертывания	0,06	5	4	4
	Износостойкость	0,07	4	3	4

Далее составим конечную сводную таблицу, где сравним варианты используемого оборудования (Таблица 5.3.2).

Таблица 5.3.2 Сравнительная эффективность разработки

Показатели	«Vikoma»	«Спецоборудование»	«Лессорб»
Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,83	0,92
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,17	2,54	2,86
Интегральный показатель эффективности	3,17	3,06	3,11
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,03	1,02

## 6. Социальная ответственность

Соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности является одной из важнейших задач при производстве работ по ликвидации аварийного разлива нефти. В данном разделе анализируются опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при производстве работ по ликвидации разлива нефти на магистральном нефтепроводе Ду=426мм в Сургуте и предлагаются превентивные мероприятия. Разлив произошел на землях лесного фонда с попаданием части разлившейся нефти в ручей.

### 6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

#### 6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с законодательством на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, обуви и других средств индивидуальной защиты в порядке, предусмотренном «Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты». Все лица, находящиеся на рабочей смене, обязаны носить защитные каски.

Рабочие, занятые на работах с вредными и опасными условиями труда, должны проходить медицинский осмотр в сроки, установлен Минздравом РФ.

Работодатель должен обеспечить работников санитарно-бытовыми помещениями (гардеробными, сушилками для одежды и обуви, душевыми, помещениями для приема пищи, отдыха и обогрева) согласно соответствующим строительным нормам и правилам, и коллективному договору или тарифному соглашению.

					<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Васильева С.С.</i>			<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Веревкин А.В.</i>					75	92
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ ГРУППА</b> <b>ИШПР 2Б5А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Запрещается применение труда женщин и лиц моложе 18 лет на тяжелых работах и на работах с вредными условиями труда, а также на подземных работах, кроме некоторых подземных работ (нефизических работ или работ по санитарному и бытовому обслуживанию).

### **6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

При проведении работ санитарно-бытовые помещения следует устраивать с учетом санитарных требований, соблюдение которых обязательно при осуществлении производственных процессов. Производственные территории, участки работ и рабочие места должны быть обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и условиями соглашений. При размещении на производственной территории санитарно-бытовых и производственных помещений, мест отдыха, проходов для людей, рабочих мест должны располагаться за пределами опасных зон. На границах зон опасных производственных факторов должны быть установлены защитные ограждения.

В санитарно-бытовых помещениях должна быть аптечка с медикаментами, носилки, фиксирующие шины и другие средства оказания пострадавшим первой медицинской помощи.

### **6.2 Производственная безопасность**

Рассмотрим основные элементы опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникать при ликвидации аварийных разливов нефти на магистральном нефтепроводе.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Таблица 6.2.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по ликвидации аварийных разливов нефти

Наименование работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
	Физические		
Полевые работы: 1) Разведка места аварии; 2) Локализация разлива нефти; 3) Сбор нефти; 4) Рекультивационные работы.		Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т. ч. грузоподъемные)	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ;
		Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ
		Пожарная и взрывная безопасность	ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ; РД-13.220.00-КТН-211-12
		Статическое электричество	ГОСТ Р 12.1.019-2009; ГОСТ 12.1.030-81
	Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны		СанПиН 2.2.4.548-96
	Превышение уровней шума		ГОСТ 12.1.003-2014; ГОСТ 12.1.029-80
	Превышение уровней вибрации		ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1 278-03

Таблица 6.2.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по ликвидации аварийных разливов нефти

Наименование работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Разведка места аварии; 2) Локализация разлива нефти; 3) Сбор нефти; 4) Рекультивационные работы.	Химические		
	Повышенная загазованность рабочей зоны		ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ; ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ
	Биологические		
	Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися		ГОСТ 12.1.008-76

Далее опишем выявленные опасные и вредные производственные факторы и рассмотрим их источник, действие на организм человека, нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение последних.

## 6.2.1 Анализ выявленных опасных факторов

### 6.2.1.1 Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Данный опасный фактор возникает при сборе нефтезагрязненного грунта, его погрузке и вывозе с места аварии, а также при перевозке людей и оборудования к месту аварии и обратно.

Несчастные случаи возникают по причине нанесения травм производственным оборудованием при его эксплуатации.

Предотвращение опасных факторов происходит путем применения устройств и приспособлений, отвечающих требованиям безопасности; применением средств защиты работающих (каска); проведением медицинского

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

осмотра лиц, допущенных к работе, и их обучением; применения знаковой и других видов сигнализации при перемещении грузов подъемно-транспортным оборудованием; ограждением территории сигнальными знаками/лентами; правильного размещения и укладки грузов в местах производства работ и в транспортные средства.

### **6.1.2.2 Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением**

Основная опасность при эксплуатации трубопровода и другого оборудования заключается в возможности их разрушения под действием давления рабочей среды (физический взрыв). При этом осколки могут разлетаться на несколько сотен метров и при соударении с технологическим оборудованием, емкостями вызвать их разрушение, приводя к возможности возникновения взрывов и пожаров и гибели людей.

Во избежание разрушения трубопровода под действием давления, он должен подвергаться техническому диагностированию, неразрушающему, разрушающему контролю, в том числе до выработки ими назначенного ресурса (срока службы), в соответствии с требованиями, установленными в руководстве (инструкции) по эксплуатации, производственных инструкциях и иных распорядительных документах, принятых в эксплуатирующей организации.

### **6.1.2.3 Пожарная и взрывная безопасность**

Образование взрывоопасной среды обусловлено высокой концентрацией паров нефти в воздухе. Горючие газы и пары легко воспламеняющихся жидкостей способны образовывать в смеси с кислородом воздуха взрывчатые смеси. Границы концентраций горючих паров в воздухе при которых возможен взрыв называются нижним и верхним пределом распространения пламени (НКПР и ВКПР). Для паров нефти установлены следующий диапазон взрываемости: НКПР – 42000 мг/м<sup>3</sup>; ВКПР – 195000 мг/м<sup>3</sup>.

					Социальная ответственность	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С целью обеспечения взрывной и пожарной безопасности для всех веществ установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация (ПДВК), составляющая 5% величины НКПР.

Основными причинами возникновения пожаров на территории разлива нефти являются:

- нарушение правил пожарной безопасности (курение в неустановленных местах, неаккуратное обращение с электроприборами и огнем);
- повреждения проводки или электрических устройств;
- попадание молнии.

Для предотвращения несчастных случаев работники объектов магистральных трубопроводов обязаны:

- знать и выполнять установленные на объекте правила пожарной безопасности, не допускать действий, которые могут привести к пожару или возгоранию;
- пользоваться только исправными инструментами, приборами, оборудованием, соблюдать инструкции по их эксплуатации и указания руководителей и лиц, ответственных за обеспечение пожарной безопасности при проведении работ на объектах с наличием взрывопожароопасных и пожароопасных технологических сред;
- производить своевременную уборку рабочих мест от горючих веществ и материалов и отключать электроприемники по окончании работы;
- уметь применять имеющиеся на рабочем месте средства пожаротушения;
- Др.

#### **6.1.2.4 Статическое электричество**

Нефть и нефтепродукты являются хорошими диэлектриками и способны сохранять электрические заряды в течение длительного времени.

Образование статического электричества может произойти:

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
						80
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- при перекачке нефтепродуктов в результате трения о трубы;
- в результате ударов жидкой струи при заполнении емкостей или резервуаров;
- в результате трения брызг и нефти с окружающим воздухом.

Для снижения интенсивности накапливания электрических зарядов нефтепродукты должны закачиваться в емкости, цистерны и резервуары без разбрызгивания, распыления или бурного перемешивания. Для обеспечения стекания возникшего электростатического заряда все металлические части аппаратуры, насосов и трубопроводных коммуникаций должны быть заземлены, а также должен осуществляться постоянный электрический контакт тела человека с заземлителем.

## **6.2.2 Анализ выявленных вредных факторов**

### **6.2.2.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны**

Постоянное отклонение метеоусловий на рабочем месте от нормальных параметров приводит к перегреву или переохлаждению человеческого организма и связанным с ними негативным последствиям:

- при перегреве – к обильному потоотделению, учащению пульса и дыхания, резкой слабости, головокружению, появлению судорог, а в тяжелых случаях – возникновению теплового удара;
- при переохлаждении возникают простудные заболевания, хронические воспаления суставов, мышц и др.

Для снижения и предотвращения вредных факторов, работающие на открытой территории в зимний период года, должны быть обеспечены спецодеждой с теплозащитными свойствами, работа должна быть организована таким образом, чтобы рабочие имели возможность периодически находиться в теплом помещении.

Профилактика перегревания осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для

введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом. От перегрева головного мозга предусматривают головные уборы, средства индивидуальной защиты.

### **6.2.2.2 Превышение уровней шума**

Превышение уровней шума возможно при работе бульдозера, экскаватора и другой спецтехники.

Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе шум приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ, замедляет реакцию человека на поступающие от технических устройств сигналы, угнетает центральную нервную систему (ЦНС), вызывает изменения скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, язвы желудка, гипертонических заболеваний.

Основные методы борьбы с шумом:

- снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств);
- средства индивидуальной защиты (беруши, наушники, ватные тампоны);
- соблюдение режима труда и отдыха;
- использование дистанционного управления при эксплуатации оборудования и машин.

### **6.2.2.3 Превышение уровней вибрации**

Вибрация, создаваемая машинами, механизированным инструментом и оборудованием, способна привести как к нарушениям в работе и выходу из строя самих машин, так и служить причиной повреждения других технических и строительных объектов. Это может повлечь за собой возникновение аварийных

ситуаций и, в конечном счете, неблагоприятных воздействий на человека, получение им травм.

Методы виброзащиты: использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты рук, ног, тела работника и установление внутрисменного режима труда. При превышении локальной вибрации на рабочем месте установленного уровня вводится ограничение времени ее воздействия..

#### **6.2.2.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Для строительных площадок и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 2 лк независимо от применяемых источников света, за исключением автодорог. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов.

#### **6.2.2.5 Повышенная загазованность рабочей зоны**

Повышенная загазованность рабочей зоны связана с испарениями нефти или других токсичных веществ, а также с выхлопами двигателей работающей техники.

В большинстве случаев эти газы являются ядовитыми, оказывающими сильное токсическое действие на организм человека. Свойства их определяются химической структурой и агрегатным состоянием. Ядовитые вещества проникают в организм человека через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожный покров. На участки кожи яды могут оказывать локальное болезненное воздействие.

В случае превышения нормативных показателей, следует предусмотреть средства коллективной (специально отведенные помещения или система вентиляции) и индивидуальной защиты (противогазы, фильтрующие гражданские противогазы (ГП)-5 или противогазы шланговые (ПШ)-2).

					Социальная ответственность	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Биологическими опасностями называются опасности, исходящие от живых объектов. В данном случае это могут быть клещ, змеи.

К применению индивидуальных средств защиты относят использование специальной защитной одежды, обуви, рукавиц, головных уборов.

К техническим мерам защиты работающих относятся: оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции (уничтожения вредных насекомых и клещей с помощью химических и биологических средств), оградительные устройства, сигнализации, знаки безопасности.

### 6.3 Экологическая безопасность

Рассмотрим воздействие вредных факторов на окружающую среду и природоохранные мероприятия при аварийном разливе нефти на магистральном нефтепроводе в таблице 6.3.1.

Таблица 6.3.1– Воздействие вредных факторов на окружающую среду и природоохранные мероприятия

Природные ресурсы и компоненты	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почва	Загрязнение нефтью. ПДК: <ul style="list-style-type: none"><li>• &lt;1000 мг/кг – допустимый уровень загрязнения;</li><li>• 1000-2000 мг/кг - низкий уровень загрязнения;</li><li>• 2000-3000 мг/кг - средний уровень загрязнения;</li><li>• 3000-5000 мг/кг - высокий уровень загрязнения.</li></ul>	Локализация, сбор и утилизацию загрязненного нефтью грунта. Рекультивация нефтезагрязненных земель.

Таблица 6.3.1– Воздействие вредных факторов на окружающую среду и природоохранные мероприятия

Природные ресурсы и компоненты	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Водные ресурсы	Загрязнение нефтью. ПДК (не более 0,05 мг/дм <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• создание обваловки;</li> <li>• установка боновых заграждений;</li> <li>• применение сорбентов/скиммеров.</li> </ul>
Атмосфера	Испарение нефти. ПДК (не более 10 мг/м <sup>3</sup> )	Сбор нефти с поверхности почвы и водоемов

Для магистральных трубопроводов углеводородного сырья создаются санитарно-защитные зоны. Санитарно-защитная зона относится к зонам с особыми условиями использования территорий и представляет собой специальную территорию между границами земельного участка объекта и границами достижения гигиенических нормативов, санитарных норм и в предусмотренных настоящими санитарными правилами случаях уровней приемлемого риска здоровью населения.

#### 6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Аварии, возникающие на магистральном нефтепроводе, приводят к чрезвычайным ситуациям, так как в результате разлива нефти возможен пожар, разрушения сооружений, гибель людей, значительные потери материальных ценностей, загрязнение окружающей среды.

ЧС, вызванные авариями на МНП, могут сопровождаться одним или несколькими следующими событиями:

- смертельным(и) случаем(ями);
- травмированием с потерей трудоспособности или групповым травматизмом;
- воспламенением нефти или взрывом его паров;
- утечкой транспортируемой нефти в количестве более 1 т.

Наиболее частой чрезвычайной ситуацией является экологическое загрязнение окружающей среды.

Превентивные меры:

- соблюдение технологического процесса;
- строгое соблюдение правил техники безопасности, инструкций, нормативов по пожарной охране и промышленной санитарии;
- своевременное проведение профилактических мероприятий и поддержание надёжной работы оборудования;
- контроль правильности действий персонала, проверять уровень знаний и повышать квалификацию персонала.

Порядок действий в результате возникновения чрезвычайной ситуации:

- эвакуация людей из зон ЧС;
- использование средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов;
- проведение мероприятий медицинской защиты;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах ЧС.

Таким образом, были проанализированы вредные и производственные факторы, которые могут иметь место при ликвидации аварийного разлива нефти. Данный анализ дает понимание о том, какими средствами индивидуальной защиты необходимо обеспечить персонал, какие мероприятия включить в план ликвидации разлива, а также знание о возможных угрозах.

## Заключение

Ликвидация аварийных разливов нефти является сложной и ответственной деятельностью. Поскольку для минимизации вреда окружающей среде требуются быстрое начало действий по локализации и ликвидации разлива, а также правильный подбор технологии и технических средств, данный вопрос требует большого внимания.

В результате выпускной квалификационной работы:

1) Проанализированы методы локализации и сбора нефти с поверхности грунта и малых водотоков, а также возможные методы рекультивации нефтезагрязненных земель на примере магистрального нефтепровода Ду=426мм;

2) Найдено местоположение разлива, описана территория разлива.

3) Обоснован выбор оборудования, используемого в целях ЛАРН.

4) Проведен расчет ущерба окружающей среде при незаконной врезке, а именно, водному объекту, почве и атмосфере, в соответствии с методикой определения окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах. Общий ущерб составил 3347712,9 рублей.

5) Проанализированы вредные и опасные факторы производственной среды при аварийном разливе на магистральном нефтепроводе и влияние на окружающую среду.

6) Определена ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность ВКР.

					Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Васильева С.С.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Веревкин А.В.					87	92
Консульт.						<b>НИ ТПУ</b>		<b>ИШПР</b>
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				<b>ГРУППА</b>		<b>2Б5А</b>

## Список используемых источников

- 1) ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
- 2) ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1)
- 3) ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
- 4) ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования
- 5) ГОСТ 12.1.008-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Биологическая безопасность. Общие требования.
- 6) ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
- 7) ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».
- 8) ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность»
- 9) ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
- 10) СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21.
- 11) ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
- 12) ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2).
- 13) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественныхзданий" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ

					<i>Ликвидация аварийного разлива нефти из нефтепровода диаметром 426 мм в результате незаконной врезки</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Васильева С.С.			Список используемых источников	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Веревкин А.В.					88	92
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ</b>		<b>ИШПР</b>
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.				<b>ГРУППА</b>		<b>2Б5А</b>

6 апреля 2003 г.).

14) ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).

15) ГОСТ Р 57512-2017. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Термины и определения. [Текст]. –Введен 2018 – 04 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2018

16) ГОСТ 17.1.3.10-83. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами при транспортировании по трубопроводу. [Текст]. –Введен 1983 – 07 – 01. – Москва: Изд.-во стандартов, 1983

17) ГОСТ 17.4.3.06-86 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ».

18) ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель (с Изменением N 1)

19) ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения.

20) ГОСТ Р 57447-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения

21) ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).

22) Об утверждении указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации [Текст]: Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 3 марта 2003 г. N 156 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 35, ст. 3582; 2002, N 16, ст. 1569.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23) Постановление Госстроя РФ от 23.07.2001 N 80 "О принятии строительных норм и правил Российской Федерации "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. СНиП 12-03-2001"

24) РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных взрывопожароопасных объектах»;

25) РД 39-00147105-006-97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.

26) ТК РФ Глава 36. Обеспечение прав работников на охрану труда.

27) Постановление Минтруда РФ от 18.12.1998 N 51 (ред. от 03.02.2004) "Об утверждении Правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты".

28) Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12 апреля 2011 г. N 302н "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда".

29) Постановление Правительства РФ от 11.03.1999 No279 «Об утверждении Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве».

30) Федеральный закон "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 421-ФЗ.

31) "Кодекс законов о труде Российской Федерации" (утв. ВС РСФСР 09.12.1971) (ред. от 10.07.2001, с изм. от 24.01.2002).

32) РД 153-112-014-97 «Инструкция по ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепродуктопроводах».

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

33) РД 153-39.4-114-01 Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах

34) Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах [Текст]; – введ. 1995 – 11 – 01. – Москва: ТрансПресс, 1996

35) О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации [Текст]: Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2002 № 240 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 35, ст. 3582.

36) План по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на объектах ОАО «Сургутнефтегаз» [Текст]

37) Техника и технологии локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: Справ. / И.А.Мерициди, В.Н. Ивановский, А.Н. Прохоров и др.; Под ред. И.А. Мерициди. - СПб.: НПО «Профессионал», 2008. - 824 с.

38) Vikoma. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.vikoma.com/Oil\\_Spill\\_Solutions/Pumps/VikomaPumps.html](https://www.vikoma.com/Oil_Spill_Solutions/Pumps/VikomaPumps.html) (Дата обращения: 22.12.18)

39) Национальный сервис комплектации оборудования Эколарн. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecolarn.ru/component/jshopping/bonds.html?Itemid=103> (Дата обращения: 22.12.18)

40) ТПК Автомагнат. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tpk-avtomagnat.ru/akn-10-od-43118> (Дата обращения: 22.12.18)

41) Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского автономного округа - Югры (Природнадзор Югры). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/vse-novosti/1863407/>

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

(Дата обращения: 22.12.18)

42) Оборудование и материалы для ликвидации аварийных разливов нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.larn32.ru/catalog/detail42.htm> (Дата обращения: 02.04.19)

43) Локализация разливов нефти и нефтепродуктов на грунте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://portal.tpu.ru/SHARED/a/ANTROPOVA/UMKD/Tab/lokalizatsiya\\_na\\_grunte.pdf](http://portal.tpu.ru/SHARED/a/ANTROPOVA/UMKD/Tab/lokalizatsiya_na_grunte.pdf) (Дата обращения 12.04.2019 г.)

44) Механизация. Портал о машинах и механизмах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mechanization.ru> (Дата обращения 05.05.2019 г.)

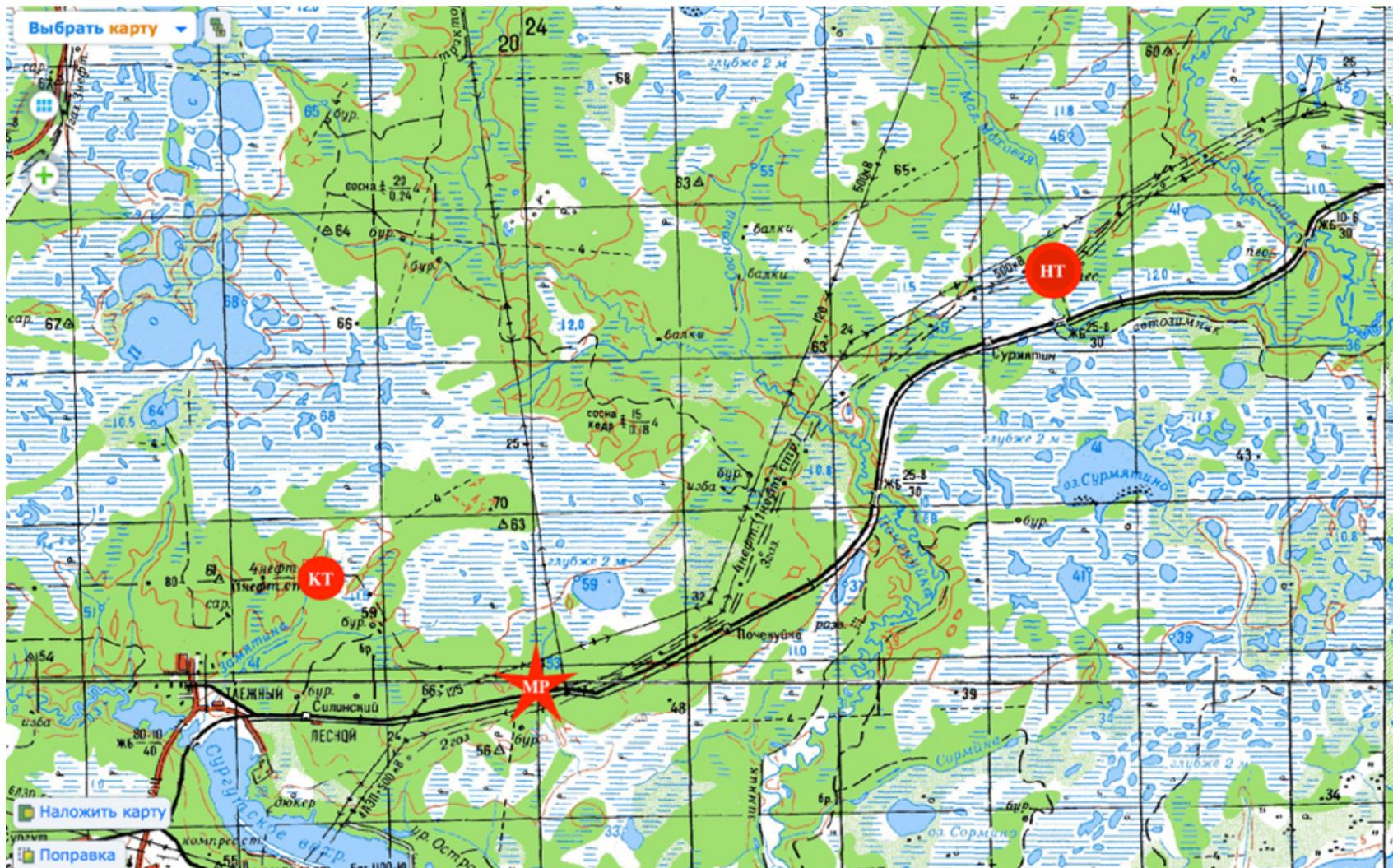
45) Применение сорбентов для локализации разливов нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.itopf.org/uploads/translated/TIP\\_8\\_2012\\_RU\\_FINAL.pdf](https://www.itopf.org/uploads/translated/TIP_8_2012_RU_FINAL.pdf) (Дата обращения 12.05.2019 г.)

## Приложение А Место разлива на карте



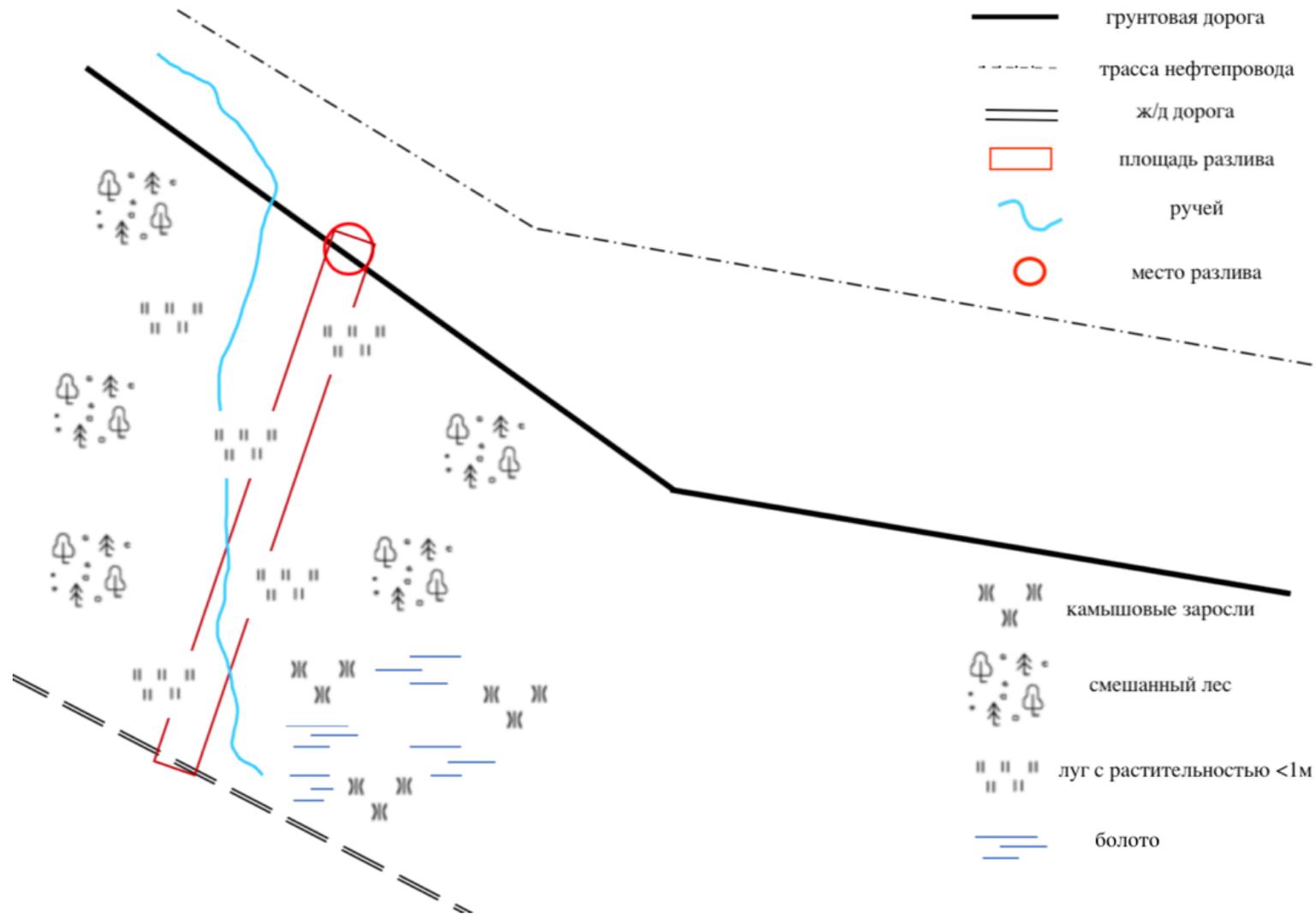
# Приложение Б

## Трасса трубопровода



# Приложение С

## План разлива



# Приложение D

## Профиль трассы нефтепровода

