

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

Направление подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль: Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Отделение школы: Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Ликвидация аварийных разливов нефти

УДК 504.5665.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-2Б7А	Левченко Станислав Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОНД	Бурков В.П.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Брусник О.В.	К.П.Н		

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
В соответствии с общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	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, ОПК1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).
P2	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>		
P3	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, ОПК5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).
P4	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>		
P5	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, ПК16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазопромыслового оборудования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, 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, ОПК6, 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, ПК27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК14), 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, ПК13), 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

Направление подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль: Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Отделение школы: Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
з-2Б7А	Левченко Станиславу Николаевичу

Тема работы:

Ликвидация аварийных разливов нефти	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	45-45/с от 14.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тексты и графические материалы отчетов и исследовательских работ, фондовая и научная литература, технологические регламенты, нормативные документы, внутренняя техническая документация ПАО «Транснефть»
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Изучение нормативной документации, сведений о аварийных разливах нефти и причин их возникновения. Изучение методов предупреждения и средств локализации АР нефти. Определение последовательности действий при ликвидации разливов нефти. Расчет возможного разлива нефти и выбор необходимого оборудования и материалов.

	Разработка разделов «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность». Заключение и выводы по работе.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор, д.э.н., Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Ст. преподаватель, Мезенцева Ирина Леонидовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОНД	Бурков В.П.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
з-2Б7А	Левченко Станислав Николаевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б7А	Левченко Станислав Николаевич

Школа	ИШПР	Отделение	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление подготовки / специальность 21.03.01 «Нефтегазовое дело»	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности исследования применения сорбента на основе полимерных материалов

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Технология QuaD
3. График проведения НИИ
4. Определение бюджета НИИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Гасанов Магеррам Али оглы	Доктор экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б7А	Левченко Станислав Николаевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-2Б7А		Левченко Станислав Николаевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

Ликвидация аварийных разливов нефти	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования:</i> загрязненный нефтью участок местности вблизи поврежденного нефтепровода. <i>Область применения:</i> объекты трубопроводного транспорта. <i>Рабочая зона:</i> полевые условия или промышленные площадки объектов нефтегазового сектора в зависимости от локализации аварии. <i>Климатическая зона:</i> районы с умеренным и холодным климатом. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> 1 экскаватор, 1 бульдозер с рыхлителем, 1 самосвал, 2 тягач с тралом, 2 сварочный пост передвижной, 1 передвижная насосная установка, 1 трубоукладчик, 1 автомобиль повышенной проходимости, 1 вакуум-бочка, 3 вагон-дом передвижной, 1 вагон-склад, 3 мобильная радиостанция. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> аварийно-спасательные работы по ликвидации разливов нефти.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) ГОСТ EN 894-1-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность при эксплуатации: Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: - Повышенный уровень шума; - Повышенный уровень общей вибрации; - Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция); - Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; - Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса;

	– Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса. Опасные факторы: – Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего; – Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части; – Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: нормирование рабочего времени на открытом воздухе, комплекс мероприятий по обеспечению обогрева, использование средств защиты органов дыхания и кожных покровов (перчатки, очки, спецодежда), противошумные наушники, предупредительные знаки и сигналы при работе оборудования, наличие ограждений, соблюдение правил безопасности.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: загрязнение атмосферного воздуха и неблагоприятное воздействие физических факторов, превышение ПДВ, ПДУ. Воздействие на литосферу: попадание вредных веществ в почву, разрушение естественного залегания грунта. Воздействие на гидросферу: попадание токсических выбросов в сточные воды, водоемы. Воздействие на атмосферу: выбросы вредных паров веществ, высокая запыленность рабочей зоны.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: Пожары и взрывы; Аварии с выбросом химически опасных веществ; Разрушения сооружений, гибель людей, значительные потери материальных ценностей. Наиболее типичная ЧС: пожары и взрывы.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б7А	Левченко Станислав Николаевич		

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

Направление подготовки: 21.03.01 Нефтегазовое дело

Уровень образования: бакалавриат

Отделение школы: Отделение нефтегазового дела

Профиль: Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Период выполнения: весенний семестр 2021 /2022 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)
14.02.2022	Введение	5
18.02.2022	Обзор литературы	10
24.02.2022	Аварийные разливы нефти и причины их возникновения	10
04.03.2022	Методы предупреждения и средства локализации разливов нефти	10
21.03.2022	Технология ликвидации аварийных разливов нефти	15
12.04.2022	Расчетно-технологическая часть	15
11.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
11.05.2022	Социальная ответственность	10
17.05.2022	Заключение	5
27.05.2022	Презентация	10
	Итого	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОНД	Бурков В.П.			

Согласовал:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Брусник О.В.	к.п.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная аттестационная работа предоставлена на 104 листах, 26 рисунках, 30 таблицах, 44 источников литературы.

Ключевые слова: промысловый трубопровод, разлив нефти, локализация, ликвидация, нефтесборное оборудование, рекультивация.

Объект исследования: технологии и способы локализации и ликвидации разливов нефти.

Предмет исследования: аварийный разлив нефти.

Целью работы является анализ технологий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ технологических особенностей устройств для сбора нефтяной пленки, эмульсии. Проведена оценка вредного влияния на экологию аварийных разливов нефти.

Областью применения являются объекты трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов.

Значимость работы состоит в минимизации времени на проведение мероприятий по ликвидации аварийного разлива нефти с целью уменьшения вреда, причиняемого экологии.

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						10	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

THE ABSTRACT

The final attestation work is provided on 104 sheets, 26 figures, 30 tables, 44 literature sources.

Key words: field pipeline, oil spill, localization, liquidation, oil gathering equipment, reclamation.

Object of study: technologies and methods for localization and elimination of oil spills.

Subject of study: emergency oil spill.

The aim of the work is to analyze technologies for the prevention and elimination of oil and oil product spills.

In the final qualifying work, an analysis of the technological features of devices for collecting oil slicks, emulsions was carried out. An assessment of the harmful impact on the environment of accidental oil spills was carried out.

The scope of application is the objects of pipeline transportation of oil and oil products.

The significance of the work lies in minimizing the time for carrying out measures to eliminate an emergency oil spill in order to reduce the harm caused to the environment.

					Реферат	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Термины и определения, применяемые в данной работе:

Промысловый трубопровод – это капитальное инженерное сооружение, рассчитанное на длительный срок эксплуатации и предназначенный для бесперебойной транспортировки природного газа, нефти, нефтепродуктов, воды и их смесей от мест их добычи до установок комплексной подготовки.

Скиммер – это устройство использующее адгезивные свойства нефти для ее сбора с поверхности воды.

Инсинераторы – это установки для надежной и экологически безопасной утилизации нефтехимических отходов, нефтешламов и остатков нефтепродуктов.

Олеофильность – хорошее (часто полное) смачивание, малое межфазное натяжение, устойчивость поверхностей к взаимному слипанию.

Рекультивация нефтезагрязненных земель – комплекс мер, направленный на ликвидацию разлива нефти как источника вторичного загрязнения природной среды, нейтрализацию остаточной нефти в почве до уровня фитотоксичности и восстановление плодородия загрязненных почв до приемлемой хозяйственной значимости.

Сокращения

АР – аварийный разлив;

ЧС (Н) – чрезвычайная ситуация, обусловленная разливом нефти и нефтепродуктов;

НСЖ – нефтесодержащая жидкость;

НЗГ – нефтезагрязненный грунт;

РР – резервуар разборный;

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Левченко С.В.						12	104
Руковод.	Бурков В.П.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		
Рук. ООП	Брусник О.В.							

ЛВЖ – легковоспламеняющиеся жидкости;

ГСМ – горючесмазочные материалы;

ДОСНП – допустимое остаточное содержание нефти в почве.

Нормативные ссылки

ГОСТ 34182-2017. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация и техническое обслуживание. Основные положения.

ГОСТ Р 53389-2009. Защита морской среды от загрязнения нефтью. Термины и определения.

ГОСТ Р 22.0.05-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.

РД 08-204-98. Порядок уведомления и предоставления территориальным органам Госгортехнадзора информации об авариях, аварийных утечках и опасных условиях эксплуатации объектов магистрального трубопроводного транспорта газов и опасных жидкостей. Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 2.04.98 № 23.

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

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	16
1 АВАРИЙНЫЕ РАЗЛИВЫ НЕФТИ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ	18
1.1 Причины возникновения аварийных разливов нефти.....	18
1.2 Виды аварийного разлива нефти	21
1.3 Характер аварийного разлива в различных средах	22
1.3.1 Разлив нефти в грунт	22
1.3.2 Разлив нефти в водоемы и водотоки	23
1.3.3 Разлив нефти в условиях мерзлоты.....	25
2 МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И СРЕДСТВА ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ	27
2.1 Предупреждение аварийных разливов нефти	27
2.2 Методы обнаружения аварийных разливов нефти	28
2.3 Локализация разливов нефти и нефтепродуктов	28
2.3.1 Боновые заграждения (боны).....	29
2.3.2 Скиммеры.....	32
2.3.3 Сорбирующие материалы	36
2.3.4 Диспергирующие средства и детергенты	38
2.3.5 Биохимические препараты	39
2.3.6 Инсинераторы.....	40
2.3.7 Гидропушка	41
2.3.8 Секционные резервуары.....	41
3 ТЕХНОЛОГИЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ.....	43
3.1. Локализация аварийного разлива нефти.....	43
3.2 Ликвидация аварийного разлива нефти.....	47
3.3 Технология рекультивации нефтезагрязненных земель	49
4 РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	52

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Оглавление	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						14	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

4.1. Прогнозирование объемов разливов нефти и нефтепродуктов	52
4.2 Оценка площади загрязнения	59
4.3 Выбор технологии ликвидации аварийного разлива нефти	62
4.4 Подбор необходимых материалов.....	66
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	68
5.1 Предпроектный анализ	68
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	68
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений	69
5.1.3 Технология QuaD	70
5.2 Планирование исследовательских работ в рамках ВКР	72
5.2.1 Структура работ в рамках проводимого исследования	72
5.2.2 Определение трудоемкости работ	73
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	74
5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	78
5.3.1. Расчет материальных затрат НТИ	78
5.3.2. Расчет затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ	78
5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	79
5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	81
5.3.5 Накладные расходы.....	82
5.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	83
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	83
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	87
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88
6.2 Производственная безопасность.....	88
6.3 Экологическая безопасность.....	95
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	101

ВВЕДЕНИЕ

Магистральные нефтепроводы (МНП) – это сеть трубопроводов, предназначенных для транспортировки нефтепродуктов. С одной стороны, это экономически наиболее эффективный на сегодняшний день способ транспортировки нефти. С другой стороны, это сложная система, содержащая опасное горючее вещество, которое может причинить значительный ущерб экологии и человеку.

Нефтегазовая промышленность имеет развитую систему обеспечения безопасности и на этапе проектирования, строительства и эксплуатации нефтепровода большое внимание уделяется требованиям безопасности. Несмотря на это, отказы систем происходят по различным причинам и в этом случае необходимо разработать комплекс мер по быстрой ликвидации опасности. Последствия выхода системы из строя включают технологические аварии, разрушение сооружений, загрязнение экологии, экономические, материальные и человеческие потери.

Для устранения больших площадей разлива нефти используются различные методы локализации аварии с использованием вспомогательных средств, например, нефтесборщиков, сорбентов и биологических препаратов. Целью первоначального этапа при разливе нефти вне зависимости от масштабов аварии является ограничение распространения нефтяного пятна и предупреждение попадания углеводородов в водотоки.

Целью работы является анализ технологий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Для достижения цели в работе поставлены следующие задачи:

– выявить возможные аварии и причины разливов нефти и нефтепродуктов;

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						16	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

- изучить методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти;
- привести план мероприятий по ликвидации аварийного разлива;
- провести расчет объемов аварийного разлива нефти.

					Введение	Лист
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		17

1 АВАРИЙНЫЕ РАЗЛИВЫ НЕФТИ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Разливы нефти на нефтепроводе требуют незамедлительного начала мероприятий по их локализации и ликвидации, поэтому данные работы относятся к категории аварийных.

Ввиду значительного ущерба экологии и больших материальных затрат на ликвидацию аварий необходимо предпринять все возможные меры по их предупреждению, следовательно, нужно проанализировать причины их возникновения. Наиболее эффективным способом предупреждения разливов является своевременное осуществление технического обслуживания линейной части нефтепроводов и оборудования и проведение плановых ремонтных работ.

1.1 Причины возникновения аварийных разливов нефти

Утечка транспортируемого продукта из трубопровода. Причиной утечек являются несплошности трубопровода ввиду образования дефектов, а также негерметичность арматуры ввиду дефектов или выхода из строя.

Для обнаружения течей в нефтегазовой отрасли широко используются приборы для количественной оценки величины течи – течеискатели. Кроме того, утечку можно обнаружить по загазованности воздуха с помощью газоанализаторов.

Выход углеводородов из несплошностей можно обнаружить визуально и на слух, по запаху нефти, пузырению защитного покрытия, изменению цвета или вялости растительности около места утечки.

При обнаружении аварии сотрудником, обслуживающим линейную часть, он в первую очередь сообщает об утечке и ее местоположении инженеру и дожидается прибытия аварийной бригады. Необходимо при обнаружении

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Аварийные разливы нефти и причины их возникновения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						18	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

течи выставить предупредительные знаки и при необходимости обозначить зону объезда опасной зоны. Нельзя покидать место аварии до прибытия бригады. Знаки безопасности должны быть установлены в радиусе 300 м от места аварии.

Разрыв нефтепровода. Обнаружение разрыва не требует вспомогательного оборудования. При данной аварии наблюдается резкий звук, напоминающий взрыв, а в области разрыва видны нарушения естественного залегания грунта, обломки металла, возможен пожар. Ударная волна при разрыве нефтепровода и зона термического воздействия при пожаре может достигать 300 м. Наиболее частой причиной разрыва является нарушение условий эксплуатации, например, при резкой смене технологического режима перекачки путем повышения давления. Кроме того, на эксплуатационную стойкость нефтепровода оказывают негативное влияние дефекты в сварных швах и коррозионные процессы. Некоторые причины разрыва нефтепровода приведены на рисунке 1.1.

- Гидроудары, перепады давления и вибрации
- Коррозионные процессы
- Природные явления и форс-мажорные обстоятельства

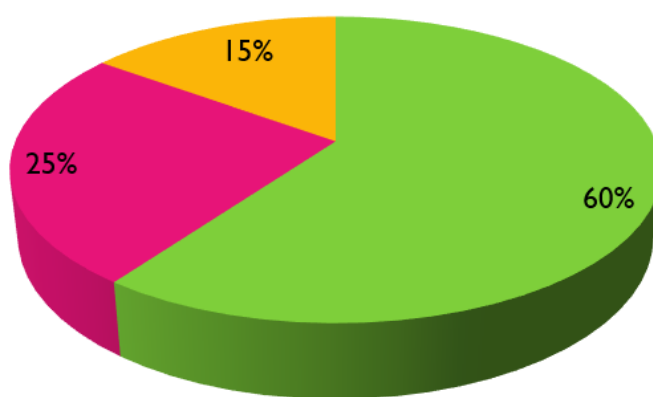


Рисунок 1.1 – Причины разрыва нефтепровода

Аварии, связанные с разливами нефти, происходят из-за нарушения целостности нефтепроводов. В большинстве случаев, на участках нефтепроводов аварии происходят из-за старости и износа труб.

Согласно данным Росстата распространенными причинами аварийных разливов являются:

					Аварийные разливы нефти и причины их возникновения	Лист 19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

- нарушение правил производства землеройных и монтажных работ на линейной части нефтепровода или в непосредственной близости, внешние воздействия, приведшие к нарушению целостности трубопровода;
- дефекты внутренней поверхности нефтепровода, вызванных повреждениями от механических примесей или коррозионными процессами;
- трещины на нефтепроводе, вызванные высокими напряжениями;
- заводской брак при изготовлении труб, арматуры и пр.

На рисунке 1.2 приведены основные причины аварий на магистральных нефтепроводах (по данным Ростехнадзора).



Рисунок 1.2 – Причины аварий на магистральных нефтепроводах

Как видно, наибольший вред оказывают несанкционированные врезки. Контролирующие органы осуществляют мониторинг технологических параметров нефтепровода для обнаружения их изменений, вызванных врезками. Кроме того, осуществляется периодическая проверка состояния различных участков МН бригадой линейных трубопроводчиков, выезжающих согласно графику на различные километры трассы. Для борьбы с врезками предусмотрены значительные штрафы за нарушение целостности магистрального нефтепровода и кражи имущества (нефти и нефтепродуктов).

Для снижения влияния заводского брака необходимо осуществлять входной контроль поставляемой продукции и использовать трубы наилучшего качества, изготовленных согласно ГОСТ.

Устранение влияния остальных факторов по большей части осуществляется путем внимательной работы высококвалифицированных специалистов при организации и проведении строительно-монтажных и земляных работ.

Негативное влияние повреждений материала трубы, вызванных коррозией, можно снизить путем установки станций катодной защиты при почвенной коррозии, установки электрохимической защиты и защитных покрытий. Высокую опасность представляет как внутренняя, вызванная агрессивной транспортируемой средой, так и внешняя коррозия, вызванная высокой кислотностью грунта, повышенной влажностью и наличием растворенных солей [1].

1.2 Виды аварийного разлива нефти

Аварийные разливы нефти вне зависимости от объемов являются чрезвычайной ситуацией, ликвидация которой осуществляется, как и для всех ЧС согласно руководящим документам.

Порядок действий при разливах нефти представлен в Постановлении Правительства РФ от 21 августа 2000 года (в редакции от 15 апреля 2002 года) «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» [2]. В документе приведена классификация аварии по объему и площади разливов на местности, во внутренних пресноводных водоемах, выделяются чрезвычайные ситуации следующих категорий:

1. Локального значения – масса разлившейся нефти менее 100 тонн, разлив локализован на территории объекта РФ;
2. Муниципального значения – масса разлившейся нефти от 100 до 500 тонн, разлив локализован в пределах административной границы муниципального образования, либо масса нефти менее 100 тонн, и разлив выходит за пределы объекта РФ;

					Аварийные разливы нефти и причины их возникновения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		21

3. Территориального значения – масса нефти от 500 до 1000 тонн, разлив локализован в

4. пределах административной границы субъекта РФ либо разлив от 100 до 500 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы муниципального образования;

5. Регионального значения – разлив от 1000 до 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив от 500 до 1000 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы субъекта РФ;

6. Федерального значения – разлив свыше 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив нефти и нефтепродуктов вне зависимости от объема, выходящий за пределы государственной границы РФ, а также разлив нефтепродуктов, поступающий с территорий сопредельных государств [2].

В зависимости от объема разлива нефти и нефтепродуктов на море выделяются чрезвычайные ситуации следующих категорий:

1. Локального значения – разлив до 500 тонн нефти и нефтепродуктов;
2. Регионального значения – разлив от 500 до 5000 тонн;
3. Федерального значения – разлив свыше 5000 тонн [2].

В зависимости от местоположения разлива и гидрометеорологических условий категория чрезвычайной ситуации может быть повышена.

1.3 Характер аварийного разлива в различных средах

1.3.1 Разлив нефти в грунт

Нефть при аварийном разливе стремится к увеличению площади загрязнения (растеканию) и при наличии неровностей в рельефе заполняет их, заполняя все большие площади.

Углеводороды имеют высокую склонность к поглощению грунтами, поэтому при длительном нахождении нефти на поверхности грунта, чем глубже в слой почвы она проникает. Это значительно усложняет процесс локализации и удаления разливов. Нефть взаимодействуя с грунтами оказывает разрушительное действие на свойства почв. Нарушаются химические, биологические, гидрогеологические процессы, снижается

					Аварийные разливы нефти и причины их возникновения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		22

насыщенность почв кислородом, вследствие чего погибает флора. Самостоятельно загрязненная система возвращает свойства в течение от 1–2 до 10–15 и более лет в зависимости от множества внешних факторов [3].

Классификация грунтов по степени загрязнения осуществляется согласно инструкции «Порядок определения ущерба от загрязнения земель химическими веществами» [4] в зависимости от степени загрязнения (мг/кг): допустимая меньше ПДК; слабая 1000–2000; средняя 2000–3000; очень сильная больше 5000. При низкой степени загрязнения в различных грунтах возможно производство растениеводческих культур на производственные цели, фураж и семена без ограничений. При средней степени загрязнения промышленное землепользование с целью выращивания культур ограничено и требует постоянного мониторинга уровня загрязненности.

1.3.2 Разлив нефти в водоемы и водотоки

Нефть при попадании в акваторию распространяется по поверхности и образует пленку толщиной до 1 мм, которую легко можно обнаружить по радужному окрасу. В некоторых случаях пленка может достигать 10 мм. Для выбора и расчета необходимого числа боновых заграждений необходимо оценить площадь загрязнения и полупериметр нефтяного пятна. Приблизительную оценку можно произвести опираясь на объем разлива и толщину нефтяной пленки по таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Средняя площадь и размеры нефтяного пятна на открытой воде через 4 ч после разлива [5]

Объем разлившейся нефти, т	Толщина нефтяной пленки, мм	Площадь загрязнения, км ²
50	0,2	0,30
500	0,5	1,19
5000	1,0	5,95

Характер распространения разлива нефти можно предсказать с учетом внешних условий:

- при отсутствии ветра и течения, разлив на акватории образует форму круга и растет равномерно в радиальном направлении;

- при наличии ветра на поверхности воды образуются течения, которые уносят частицы нефти по направлению результирующего вектора скорости ветра.

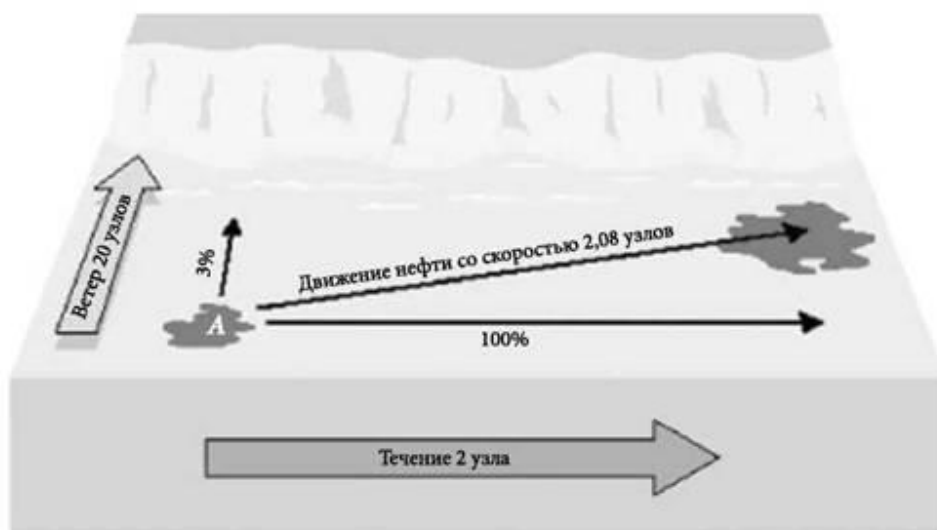


Рисунок 1.3 – Направление движения нефтяного пятна на воде [6]

На рисунке 1.3 видно, что при наличии ветра направление распространения разлива определяется суммой векторов скорости ветра и поверхностного течения. При этом, наибольшее влияние оказывает вектор скорости течения (в среднем на 96 %), оставшиеся 4% приходятся на вектор скорости ветра [6].

При разливе нефти в акватории происходит преимущественно образование эмульсии нефть в воде, за счет чего разлив распространяется, занимая все большие площади. Образование обратной эмульсии (вода в нефти), которая является более стойкой, в большей степени характерно для нефти высокой вязкости.

Распространение загрязнения на поверхности воды сопровождается непрерывным преобразованием эмульсии. На рисунке 1.4 наглядно изображен сценарий движения разлива нефти объемом $V = 1000 \text{ м}^3$ [7].

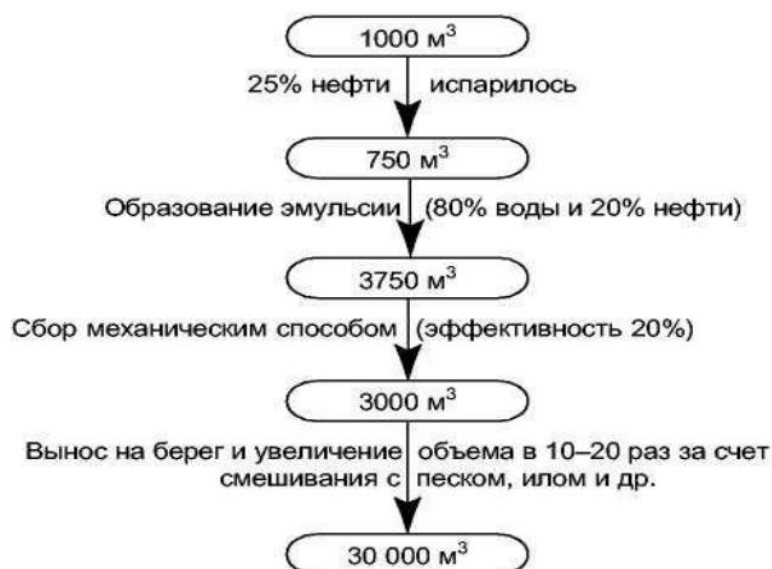


Рисунок 1.4 – Сценарий трансформации разлива нефти [7]

1.3.3 Разлив нефти в условиях мерзлоты

Высокоуплотненный лед препятствует распространению разлива нефти, а неровности поверхности льда служат ловушками, в которых скапливается нефть. При этом нефть распространяется по поверхности и на небольшие расстояния.

Физические свойства нефти, такие как вязкость и плотность оказывают значительное влияние на характер распространения разлива. Так, при высокой плотности нефти под действием силы тяжести она стремится попасть под лед. Попадание под ледовое покрытие нефти с низкой плотностью осуществляется по большей части под действием ветра или течений. Известно, что плотность нефти зависит от температуры, следовательно, с изменением температуры меняется характер поведения разлива и при неоднократной смене температур возможно образование последовательных прослоек нефти и льда.

Возможные сценарии разлива нефти на льду включают:

- свежий разлив нефти, легко смываемый струями воды, сцепление между нефтью и ледовым покрытием слабое. При увеличении времени контакта сцепление усиливается и процесс удаления разлива становится трудоемким и затруднительным;

- сцепление свежеразлитой нефти со льдом – очень слабое и неустойчивое. Нефть легко смывается струями воды с поверхности льда, но спустя несколько суток удалить нефть со льда уже очень тяжело;
- при низкой цементации ледового покрытия и наличия рыхлого снежного покрова разлив проникает глубоко в покров и тяжело подлежит удалению;
- хорошо уплотненный пласт льда препятствует увеличению площади разлива.

В условиях низких температур нефть имеет увеличенную вязкость, вследствие чего может быть существенно ограничена ее возможность растекаться подо льдом. Варианты локализации нефти и нефтепродуктов во льду представлены на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 – Варианты локализации нефти в ледяном покрове

Сбор с поверхности льда нефтепродуктов зачастую осуществляется с помощью нефтесборщиков (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Сбор нефти с поверхности льда нефтесборщиком «Lamog»

2 МЕТОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И СРЕДСТВА ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

2.1 Предупреждение аварийных разливов нефти

Инженерно-технические мероприятия по предупреждению ЧС(Н) на объектовом уровне должны обеспечивать:

1. Обвалование – выделение участка аварийного разлива путем насыпи грунта по периметру с целью предупреждения его распространения и сбора внутри участка обвалования;
2. Применение экранов;
3. Предупреждение и минимизация вредного влияния разлива нефти на селитебную зону, производственные процессы;
4. Наличие на объекте защитных укрытий для обслуживающего персонала, указателей путей эвакуации
5. Производство работ способами, которые не приводят к появлению новых и интенсификации действующих процессов;
6. Контроль уровня нефтешлама в накопительном оборудовании для снижения риска возникновения пожароопасной ситуации;
7. Контроль за состоянием предохранительной арматуры в технологическом оборудовании;
8. Наличие системы оповещения, аварийной системы вызова спецслужб, пожарных;
9. Преимущественное применение активных методов защиты;
10. Мониторинг и систематический контроль за состоянием потенциально опасных производств на территории объекта.
11. Использование индивидуальных средств защиты.

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Методы предупреждения и средства локализации разливов нефти	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						27	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

2.2 Методы обнаружения аварийных разливов нефти

Способы обнаружения аварийного разлива на нефтепроводе включают:

Визуальный метод

Визуально обнаружить аварийный разлив нефти можно при обходе линейной части по наличию нефти на поверхности трубопровода, образованию радужной пленки на поверхности акватории, гибели, вялости или потемнению растительности, потемнению снежного покрова.

Метод контроля давления

Современная технология перекачки нефти позволяет с высокой точностью рассчитать давление на различных участках нефтепровода. Показания манометров, расположенных на линейной части, должны иметь определенные значения в зависимости от технологического режима. При отклонении этих показателей более чем на 0,15 МПа (1,5 кг/см²) необходимо незамедлительно произвести поиск причин отклонения. Чаще всего причиной служит наличие повреждений или утечки на трубопроводе. Недостатком данного метода является сложность локализации аварийного разлива.

Метод балансового учета нефти

При транспортировании нефть проходит через систему измерений количества и показателей качества нефти при сдаче и при приемке. Расхождение объемов на входе и выходе нефтепровода более чем в 2 % говорит о наличии утечки [9].

2.3 Локализация разливов нефти и нефтепродуктов

Выделяют три стадии ликвидации разливов нефти:

1. Локализация;
2. Сбор и извлечение продукта с поверхности воды или почвы;
3. Перемещение собранного продукта к месту переработки или утилизации.

Вспомогательное оборудование для локализации и ликвидации разливов представлено на рисунке 2.1.

Средства локализации и ликвидации аварийных разливов нефти

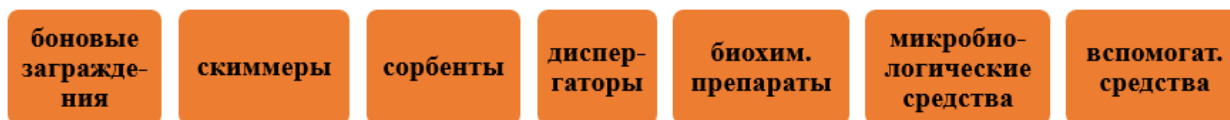


Рисунок 2.1 – Средства локализации и ликвидации разливов нефти

2.3.1 Боновые заграждения (боны)

Боновые заграждения эффективно локализуют разлив нефти на акватории и в болотистой местности. Их применение необходимо при заполнении нефтеналивных судов с целью предупреждения распространения нефти в случае разлива при отгрузке.

К материалу, из которого изготавливаются боновые заграждения, предъявляются высокие требования по прочности, химической стойкости и гидрофобности. Установка бонов осуществляется по периметру разлива (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Боновые ограждения

Боны разделяются на несколько групп, в зависимости от назначения:

- нефтеудерживающие;
- сорбционно-удерживающие;
- огнестойкие.

Рынок боновых заграждений содержит более 150 единиц, изготовленных из различных материалов и имеющих различную конструкцию.

Для применения заграждения в морских условиях его конструкция должна обладать высокой прочностью. Для простоты эксплуатации конструкция должна быть симметричной, что обеспечить быструю установку и возможность локализации разлива с разных сторон [10].

Возможно применение нефтеудерживающих сверхлегких боновых заграждений, способных локализовать разлив нефти на акваториях портов и закрытых водоемах с последующим сжиганием нефти.

Заградительные боны применяются как для локализации разлива, так и для его подвода к нефтесборному оборудованию. Заграждения представляют собой несколько секций с тросами или цепями по контуру. Боны способны образовывать замкнутую систему благодаря надежной конструкции замков из искробезопасного состава (рисунок 2.3). Наиболее широкое распространение получили замки ASTM, представленные на рисунке 2.4.

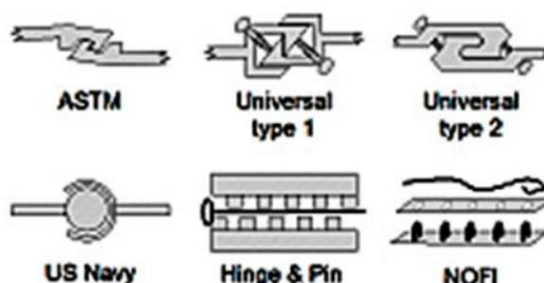


Рисунок 2.3 – Типы замков для боновых заграждений



Рисунок 2.4 – Замки ASTM для боновых заграждений

Эффективность боновых заграждений доказана при скорости течения до 1,7 м/с.

На реках возможна установка всплывающих бонов, которые обеспечивают оперативную локализацию разлива. Запуск бонов осуществляется диспетчером с пульта управления. Заграждения фиксируются на дне реки при помощи баллонов со сжатым воздухом таким образом, что в обычное время не препятствуют движению судоходного транспорта.

Боны выпускаются надувные и с упругим наполнением. Преимуществом надувных бонов является компактность в разобранном виде и мобильность и легкость в надутом виде. Слабой стороной таких заграждений является необходимость применения вспомогательного оборудования для наполнения, возможность механического повреждения при хранении и сборе конструкции.

Боны с упругим наполнением менее мобильны, однако более надежны. Они не требуют применения вспомогательного оборудования и обладают высокими прочностными характеристиками. Конструкция заграждений с упругим наполнением позволяет локализовать разлив в большей степени за счет огибания волны.

Сорбционно-удерживающая конструкция боновых заграждений подразумевает использование материалов, поглощающих удерживающих нефть, однако ограничением их применения являются сильные течения и высокая скорость ветра [11]. Нефтепоглощающие боны локализуют разлив и используются не только для сбора, но и в качестве превентивной меры [10].

По назначению и комплектации различают боны: береговые (секция 21 м), речные (секция 10 м), заградительные (секция 30 м), портовые и болотные [12].

В качестве наполнителя используются природные вещества, такие как торф, опилка, сельхоз отходы. Такие наполнители не только эффективно сорбируют нефть, но и являются недорогими и экологичными.

Боновые заграждения изготавливаются также в огнестойком исполнении и применяются на акваториях при разливах, которые можно затем устранить путем сжигания (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Сжигание нефти внутри огнестойкого бонового заграждения

Технические характеристики различных боновых заграждений приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики боновых заграждений

Характеристики	БЗмс 10/300	Бб	БЗз 10/1000	БЗм 10/300	БН 10/300	БНП 450
Масса 1 п-м, кг	3,8	3	8	2,7	2,7	4
Высота экрана, м	300	400		300	300	450
Прочность на разрыв, кН	70	20	54	50	50	25

Различие между синтетическим наполнением и природным заключается в сложности последующей утилизации. Синтетические сорбенты зачастую подвергаются сжиганию после применения.

2.3.2 Скиммеры

Скиммер, или нефтесборщик представляет собой оборудование, с помощью которого осуществляется сбор нефти за счет физических свойств нефти. Нефть, обладая плотностью меньшей чем у воды, образует на поверхности акваторий пленку, которая с легкостью собирается скиммерами

гравитационного типа. Кроме того, нефть и вода обладают различными адгезионными свойствами, поэтому были разработаны сорбционные нефтесборщики, которые осуществляют сбор путем налипания нефти.

На сегодняшний день существует множество модификаций скиммеров гравитационного типа:

- с вакуумным насосным оборудованием;
- пороговые (по принципу перетекания нефти через порог, удерживаемый ниже уровня воды);
- погружного типа (с устройствами, вызывающими погружение нефти и улавливание ее в сборные емкости);
- с оседагональным шнековым насосом ОДН;
- центробежного типа.

Вакуумное насосное оборудование зачастую применяется для сбора высоковязких нефтей [13].

Заградительная поверхность расположена ниже входного отверстия, поэтому на вход попадает лишь верхняя тонкая пленка жидкости. При поступлении во входное отверстие скорость жидкости снижается, и она подвергается гравитационному разделению в широком отсеке скиммера. Так как вода обладает большей плотностью, она выходит из нижнего отдела нефтесборщика, а нефть – из верхнего. Конструкция скиммера включает анализатор уровня, который позволяет осуществлять автоматическую откачку нефти во временное хранилище при достаточном накоплении.

Скиммеры порогового типа имеют самонастраивающийся слив, благодаря которому осуществляется сбор пленки нефти толщиной от 2 до 30 мм. Регулирование производительности насоса обеспечивает сбор нефти с минимальным количеством воды.

Все скиммеры объединяет наличие отстойника, куда поступает нефть, а также насосов, которые транспортируют нефть далее из отстойника во временные резервуары.

Конструкция скиммера может включать секцию бонового заграждения длиной от 3 до 5 метров. Такая конструкция обеспечивает сбор нефти попавшей внутрь заграждения пороговым методом.

По типу рабочего органа с помощью которого осуществляется сбор выделяют скиммеры:

- с олеофильным барабаном;
- дисковые, диски которых вращаются частично погруженными в воду, а налипающая на них нефть удаляется скребками;
- ленточные, оборудованные транспортной лентой с отжимным или скребковым механизмом;
- канатные, с плавающей тросшваброй и отжимной роликовой системой.

Областью применения сорбционных скиммеров является средневязкая нефть. По способу установки нефтесборное оборудование подразделяется на буксируемые, навесные и переносные устройства.

Сбор нефти сорбционными скиммерами осуществляется зачастую благодаря олеофильным дискам, которые обеспечивают высокую эффективность и низкое содержание воды в собираемой жидкости. На рисунке 2.6 представлены различные конструкции скиммеров, получившие наибольшее распространение.



СУ-1Щ



СО-1



Спрут-1



СПЦ-10



LAMOR MINIMAX 20

Рисунок 2.6 – Конструкции скиммеров

Олеофильность нефтесборщиков – это свойство поверхности дисков, благодаря которому она хорошо смачивается нефтью и нефтепродуктами. Конструкция щеточного скиммера позволяет собирать нефть при вращении дисков на специальные щетки. При этом собираемая вода стекает сквозь щетки в канал винта и удаляется через головную часть скиммера, а нефть отправляется в нефтесборочный бункер, откуда затем передается во временное хранилище нефтепродуктов.

На крупных акваториях сбор разливов нефти осуществляется с помощью нефтесборщиков на корабельной основе (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Катер-нефтесборщик со встроенной системой сбора аварийных разливов нефти LORS по каждому из бортов

Теоретически механический сбор нефтесборщиками эффективен для толщины нефтяной пленки от десятых долей миллиметра до нескольких сантиметров [11]. На практике сбор осложняется образованием прямой и обратной эмульсии при движении нефти.

2.3.3 Сорбирующие материалы

Сорбирующие материалы обладают высокой эффективностью при сборе нефти, так как основным их свойством является нефтепоглощение методом адсорбции и абсорбции (налипания или впитывания).

Сорбция (от лат. sorbeo поглощаю) – поглощение твердым телом или жидкостью какого-либо вещества из окружающей среды.

К сорбентам для сбора нефти предъявляются следующие требования [14]:

- 1) возможность восстановления свойств и повторного использования;
- 2) нефтепоглощение
- 3) простота эксплуатации;
- 4) гидрофобность и плавучесть (в исходном и насыщенном состоянии);
- 5) экологичность;
- 6) доступная стоимость [14].

При затруднительном использовании других методов локализации и ликвидации разлива сорбенты обеспечивают высокую эффективность. Чаще всего при малых глубинах акваторий и ограниченной площади разлива именно сорбенты позволяют осуществить сбор.

По составу сорбирующие материалы бывают: неорганические, природные органические и искусственные органические. Рынок современных сорбентов представлен более чем 200 видами, характеристика некоторых из них представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристика нефтесорбирующих материалов

					Методы предупреждения и средства локализации разливов нефти	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		36

Сорбент	Коэффициент нефтепогло-	Время впитыва- ния, сек.	Плавучесть	Эффективность очистки, %
Резиновая крошка	1:4	60	Не тонет	92
Текстильный	1:16	60	Не тонет	99,98
Горошек	1:0,7	-	Не тонет	98,93
Пенополиуретан	1:6	30	Не тонет	83
Перлит	1:3	30	Не тонет	82,5
Опилки	1:1	30	Не тонет	67

Важная особенность всех представленных в таблице сорбентов – это их плавучесть, аналогичная нефти и нефтепродуктам

В таблице 2.3 приведены технические характеристики некоторых сорбирующих материалов.

Таблица 2.3 – Технические характеристики сорбентов

Характеристики	Резина	Текстиль	Пенополиуритан	Перлит	Опилки
Коэффициент-нефтепоглощения	0,4	0,16	0,6	0,3	1
Время впитывания, сек	60	60	30	30	30
Эффективность очистки, %	92	99,98	83	82,5	67

В условиях акватории нанесение сорбентов осуществляется при помощи распылителей, где в качестве носителя выступает воздух или вода.

Существуют модифицированные составы сорбентов, использование которых может осуществляться повторно после регенерации.

Форма выпуска сорбирующих веществ может быть различной: от порошков, до матов и салфеток. Маты широко используются на водной поверхности и представляют собой волокна (чаще всего полипропилен). Они обладают высоким нефтепоглощением (порядка 20 кг нефти на 1 кг сорбента). При восстановлении и повторном использовании нефтепоглощение материала снижается на 1-2 кг. Не рекомендуется число циклов регенерации более 10. Использованные сорбенты могут применяться как топливо или гидроизоляционный материал [14].

Основным затруднением при использовании многоразовых сорбирующих материалов является необходимость сбора и регенерации и

зачастую экономически более целесообразно использовать одноразовые сорбенты и утилизировать их путем сжигания.

3.3.4 Диспергирующие средства и детергенты

При попадании нефти в акваторию она образует пленку на поверхности и эмульсию в переходном слое. Естественное разложение эмульгированной нефти занимает длительное время. Нефтяная пленка оказывает губительное влияние на флору и фауну акватории, препятствует испарению влаги, теплообмену и насыщению водного пространства кислородом. Для ускорения процесса разложения нефти на акваториях были разработаны вещества-катализаторы процесса, называемые диспергаторами.

Диспергаторы – это специальные химические вещества, которые превращают плавающую на поверхности нефтяную пленку в водорастворимую эмульсию в виде мелких капель, взвешенных в большом объеме воды, в результате чего ускоряются естественные процессы биологического разложения нефти [15].

Диспергирование разливов нефти показывает высокую эффективность и иногда является единственно возможным способом его ликвидации. Процессы естественного разложения нефти особенно длительны при низкой температуре воды, которая характерна для большей части акватории страны.

При введении диспергентов частица нефти оказываются во взвешенном состоянии в верхних толщах воды. Поверхностные течения быстро распространяют мелкие частицы нефти на большие расстояния и концентрация вредного вещества снижается до значений, не оказывающих губительного действия на морскую флору и фауну. Дальнейшие процессы разложения нефти возлагаются на морские бактерии.

Областью применения диспергаторов являются разливы с толщиной пленки от 0,1 до 1 мм.

Достоинства диспергентов:

- снижение вредного воздействия разливов на экологию;

- охват больших площадей;
- ограничение продвижения разлива к береговым линиям;
- возможность применения в условиях сильного волнения моря и течений, причем данные условия усиливают эффективность применения диспергентов, в то время как другие альтернативные варианты, такие как механическое удаление, становятся неэффективными;
- быстрота и экономичность мероприятия;
- предотвращает образование эмульсий вода в нефти (мусса) и увеличивает время, возможное для принятия ряда контрмер;
- катализация процессов разложения нефти;
- снижает прилипаемость нефти, уменьшая тем самым степень ее прилипания к различным млекопитающим и птицам, судам и т.д.;
- возможность комбинации с другими технологиями.

Негативным последствием применения диспергаторов является то, что данные химические вещества порой могут оказывать больший вред морским обитателям, чем сама нефть. При этом часть из них подвержена пагубному влиянию от нефтяной пленки, другая часть больше страдает от смеси нефти с диспергатором.

2.3.5 Биохимические препараты

Биохимические препараты являются сорбентами природного происхождения, которые обеспечивают не только ликвидацию разлива, но и ускоряют процессы биоразложения нефти и восстановления свойств грунта.

В зависимости от способа получения (простой обработки или синтеза) они делятся на природные и искусственные. Высокую эффективность проявили биосорбенты типа «Путидойл» и «Деворойл», которые представляют собой попошкообразную биосмесь.

Расход биосорбента составляет порядка 3–10 кг/га или 150–200 кг на тонну нефтепродуктов [16].

Биосорбенты применимы для ликвидации разливов сырой нефти и любых нефтепродуктов. Механизм действия биосорбента (типа «Биосорб») на нефть в воде приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Механизм действия биосорбента [16]

Тип эффекта	Время
Разрушение пленки и локализация нефтяного пятна	0,5-1 час
Сорбция нефти	2-4 часа
Начало биодеструкции	2-4 часа
Активизация естественного самоочищения воды от нефти	5-8 часов
Очистка поверхности и толщи воды от нефти (80-90%)	7-14 суток
Разрушение нефти в донных отложениях, аэробный процесс (50-75%)	40-50 суток
Разрушение нефти на препарате в береговой зоне (до 60-75%)	20-40 суток
Разрушение нефти в донных отложениях в условиях анаэробного	более 100 суток

Недостатком биохимических препаратов является ограничение в применении в условиях низких температур. Как правило, при температуре ниже + 10 °С процессы разложения нефти даже с применением биологических препаратов замедляются настолько, что их применение становится неэффективным.

2.3.6 Инсинераторы

Инсинераторы – установки для сжигания нефтесодержащих продуктов, образующихся при проведении работ, связанных с устранением аварийных разливов нефти: отработанных сорбентов, нефтевпитывающих матов и бонов, обтирочных и других материалов, разрешенных к утилизации термическим способом (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Внешний вид инсинератора ИН-50.02К

Данная установка позволяет безопасно, быстро и эффективно утилизировать побочные продукты нефтепереработки. Оборудование работает при температурах от 800 до 1500 °С. Благодаря специальной технологии очистки газов, предотвращает риск выброса продуктов горения в атмосферу.

2.3.7 Гидропушка

Гидропушки применяются для удаления нефти с берегов акваторий, поверхности оборудования и сооружений, а также в качестве средства пожаротушения.

Конструкция гидропушки включает мотопомпу с двигателем, напорный переносной ствол, всасывающий шланг и опорную подставку для ствола (рисунок 2.9). Зачастую гидропушка монтируется на сухопутных или морских транспортных средствах.



Рисунок 2.9 – Гидропушка ГП-1

2.3.8 Секционные резервуары

Для быстрой и эффективной ликвидации разливов необходимо обеспечение временного хранилища нефти.

Собранная нефть, как правило хранится в разборных резервуарах (рисунок 2.10). Они используются не только при аварийных разливах, но и при плановой очистке нефтяных хранилищ и отстойников.



Рисунок 2.10 – Резервуар секционный РС производства ООО «ЛАРН 32»

Обечайка выполнена из искробезопасного алюминиевого сплава и разделена на секции для удобства транспортировки. Секции обечайки оснащены замками ASTM для быстрого и удобного монтажа и демонтажа. Применение алюминиевого сплава снижает общую массу резервуара. Для слива собранной жидкости из разборного резервуара предусмотрена сливная горловина с вентилем «Ду-50». Жидкость можно откачивать с использованием любого насосного оборудования.

3 ТЕХНОЛОГИЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

При ликвидации аварийных разливов нефти выделяют три этапа:

1. Локализация разлитой нефти;
2. Сбор разлитой нефти с дневной поверхности;
3. Рекультивация земель после сбора нефти.

Первые два этапа, как правило осуществляются одновременно, так как ликвидация аварийных разливов требует минимизации вредного влияния на экологию.

3.1. Локализация аварийного разлива нефти

Главной целью ликвидации аварийных разливов является уменьшение вредного воздействия на экологию, поэтому локализация разливов направлена на предупреждение увеличения площади разлива.

Как правило, данный этап не должен превышать 6 часов при разливе на суше, и 4 часов – на акватории.

Согласно ГОСТ Р 57447-2017 [17] локализация разливов нефти осуществляется по трем основным методам (рисунок 3.1)

Метод 1

- Локализация участка грунтовой обваловкой, при которой по периметру загрязненного участка проводят обвалование с использованием плотных грунтов (глинистых, суглинистых) со слабо избыточной или нормальной степенью увлажнения в качестве материала для обваловки. Последующие работы по рекультивации проводятся внутри обвалованной территории. Применимо повсеместно.

Метод 2

- Использование систем сдерживания нефти (барьеров, дамб, гидрозатворов, ограждающих каналов, бонов). Применимо для заболоченных территорий, а также для земель с развитой сетью поверхностных водоемов и водотоков

Метод 3

- Сбор нефти с поверхности воды и почвы. Применимо повсеместно.

Рисунок 3.1 – Методы ограничения распространения загрязнений на землях и земельных участках в результате нефтяного разлива

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Технология ликвидации аварийных разливов нефти	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Левченко С.В.						43	104
Руковод.	Бурков В.П.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		
Рук. ООП	Брусник О.В.							

На участках суши основным методом локализации разлива является обвалование (метод 1), которое осуществляется как с местным, так и с привозным грунтом. При отсутствии возможности быстрого проведения обвалования, возможно применение бонов.

В основании обвалования растительный грунт необходимо снимать на всю толщину, чтобы предотвратить дренирование жидкости через основание обвалования. Внутри периметра обваловки устанавливаются нефтяные ловушки, отстойники, боновые заграждения пр. Необходимо осуществлять мониторинг состояния обвалования, так как при нарушении его целостности будет увеличиваться площадь разлива. Контроль за состоянием можно осуществлять визуально и с помощью отбора проб.

Локализация по методу 1 осуществляется согласно этапам, представленным на рисунке 3.2.

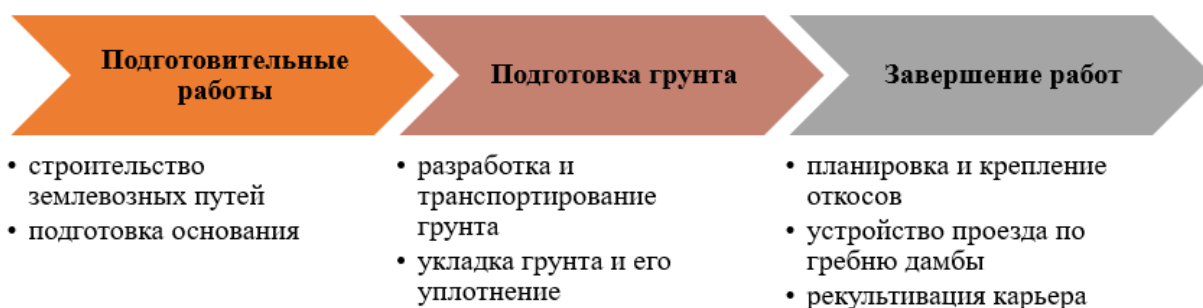


Рисунок 3.2 – Комплекс работ по ограничению распространения разливов нефти (метод 1)

Карьер зачастую представляет собой прямоугольную выработку в пределах залегания грунтов, пригодных для обвалования.

Метод 2 подразумевает сооружение гидрозатвора. Гидрозатвор позволяет локализовать разлив и защищает водотоки от загрязнений, вызванных разливом, мусора, пыли и пр. (рисунок 3.3).

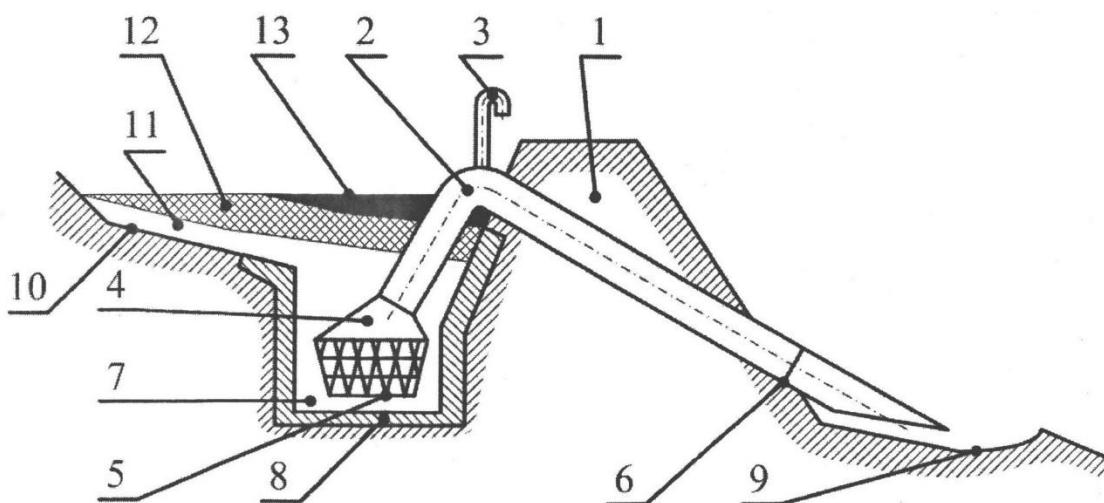


Рисунок 3.3 – Схема гидрозатвора: 1 – плотина, 2 – водопропускная труба, 3 – вантуз-клапан, 4 – входной патрубок, 5 – решетчатый фильтр, 6 – решетка, 7 – траншея, 8 – гидроизоляционный материал, 9 – водоприемный противозерозионный лоток, 10 – водостойкий котлован, 11 – вода, 12 – водонефтяная эмульсия, 13 – пленка нефтяных УВ после расслаивания

Гидрозатвор представляет собой плотину, предупреждающую распространению нефти, внутри которой расположен отстойник с нефтью и водой. С помощью трубы с обратным наклоном из отстойника происходит откачка воды в водоприемный противозерозионный лоток [17].

Для сбора нефти с поверхности болот и отстойников применяют боновые заграждения, с помощью которых нефть направляется к нефтесборщикам (метод 2). Применимо для заболоченных территорий, а также для земель с развитой сетью поверхностных водоемов и водотоков.

Сбор нефти с поверхности почвы (по методу 3) осуществляется с использованием следующих подходов:

1. Заводнение с последующей активизацией десорбции нефти и ее сбором (рисунок 3.4);

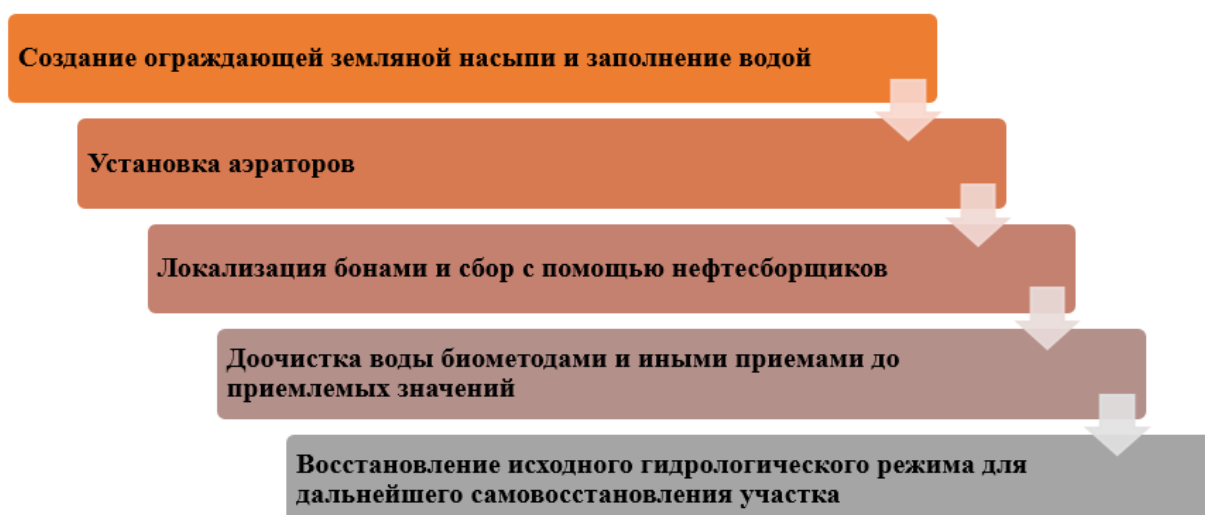


Рисунок 3.4 – Этапы заводнения участка для последующего сбора нефти

2. Создание на загрязненном участке небольших углублений с целью сбора в них нефти и последующего ее удаления насосами. Зумпфы имеют широкую область применения, особенно высокую эффективность они проявили на хорошо дренируемых почвах;

3. На грунтах высокой влажности обеспечиваются водоотводящие каналы, благодаря которым возможен подвод техники. Отвод воды осуществляется в отстойники. Прокладка водоотводящих каналов не требует сложных операций и осуществляется путем землеройных работ одноковшовыми экскаваторами или экскаваторами для болотистой местности.

4. Удаление загрязненного грунта путем снятия слоя вместе с поверхностной нефтью скребками и драгами, закрепленными на лебедки с двух противоположных частей участка.

Для локализации разливов нефти осуществляется отсыпка подъездных путей, по завершении работ гидрозатвор разбирается и производят рекультивацию земель.

Пример схемы локализации сбора нефти приведен на рисунке 3.5.

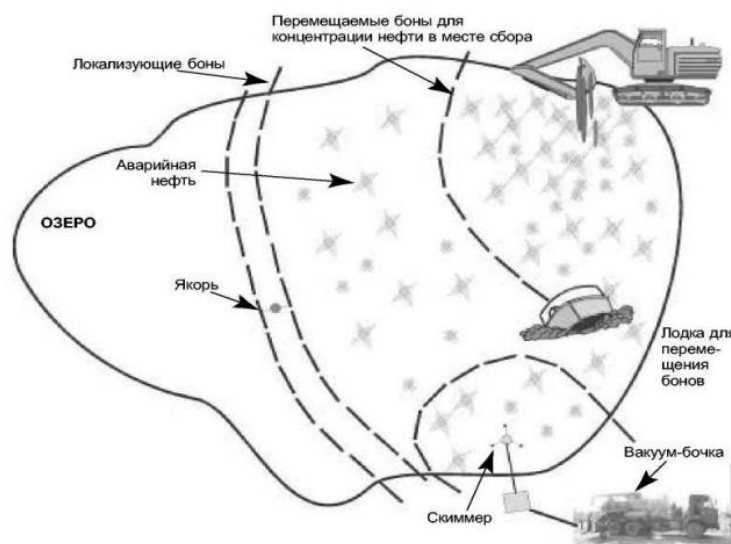


Рисунок 3.5 – Схема локализации и сбора нефти

3.2 Ликвидация аварийного разлива нефти

На суше удаление нефти осуществляется путем грубого удаления (снятия слоя грунта) или щадящим способом (с сохранением почвы и применением заводнения).

На переувлажненных участках нефть подвергается выдавливанию с помощью драг. Драги – трубы диаметром от 20 до 70 см, которые с помощью лебедок перемещают по участку. При прекращении выхода нефти на поверхность под действием давления драгов очистка завершается и в грунт вносятся минеральные удобрения и биопрепараты для самовосстановления грунта. При таком методе сохраняется естественная растительность, благодаря чему происходит ускоренное восстановление земель. Метод показал высокую эффективность в болотистой местности.

Помимо драгов, широко применяются специальные скребки, представляющие собой разрезанную трубу. Скребки также перемещаются по поверхности загрязненного участка при помощи лебедки. Имеет широкую область применения, применимо для вязкой нефти.

Снятие загрязненного грунта также проводится с использованием крупной техники (бульдозеры, экскаваторы) как при замерзшем, так и оттаявшем грунте.

Ограничением применения крупной техники является рыхлость грунта.

Ликвидация аварийных разливов зачастую осуществляется с помощью нефтесборщиков. На суше применяются барабанные нефтесборщики, которые осуществляют сбор нефти путем ее налипания на ленту, вращаемую барабаном. Собираемая нефть отжимается в нефтесборщике и отправляется в сборные контейнеры. Область применения барабанных скimmers включает нефть различной вязкости.

Сбор разливов нефти возможен в помощью вакуумных скimmers.

Обычно при аварийном разливе применяются скimmers различного типа для обеспечения быстрого и полного удаления нефти.

При наличии древесной растительности проводят корчевку корчевателями-собирающими. Для удобства ликвидации разливов зону аварийного разлива разбивают на участки шириной 10-15 м с направлением с востока на запад с тем, чтобы валы древесины были расположены с севера на юг для улучшения условий сушки выкорчеванной древесины.

При высокой степени загрязнения участка толщина слоя нефти может достигать до 50 см. В таком случае сбор осуществляется сначала механическим способом, сорбентами или путем заводнения и удалением скimmers. На следующем этапе загрязнения смываются гидропушкой или удаляются драгированием.

Краткое описание применяемых технологий сбора нефти с грунта механическим методом приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технологии сбора разлитой нефти из грунта

Технология	Описание
Заводнение	Заполнение понижения (или участка между дамбами) водой, которая позволяет собирать нефть с поверхности воды, смывать ее брандспойтами с поверхности земли.
Смыв холодной водой	Предусматривает использование высоконапорных насосов, шлангов и брандспойтов для удаления, мобилизации и перемещения нефти в точки сбора.
Смыв горячей водой	Вода предварительно подогревается до 25~35°C для снижения вязкости нефти и оптимизации процесса. Использование теплой воды обеспечивает безопасность и позволяет сохранить животные и растительные организмы почв.
Уборка	Производится для удаления больших слоев нефти с поверхности грунта.

					Технология ликвидации аварийных разливов нефти	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		48

Очистка резиновыми скребками	Использование резиновых скребков для удаления нефти с поверхности грунта и перемещения ее в места сбора.
Механическое снятие загрязненного	Проводится с использованием техники для удаления замазанных материалов и обычно предусматривает удаление некоторого слоя грунта.
Откачка	Откачка нефти с использованием различных электронасосов в емкости или автоцистерны для перевозки.
Нефтесборщики	Использование различных типов скиммеров, предназначенных для сбора нефти различной вязкости с водных поверхностей.
Зумпф	Вырытые небольшие углубления, которые устраиваются в районах сбора нефти вниз по склонам.
Вакуумная откачка	Производится с использованием передвижных вакуумных насосов, шлангов и емкостей для откачки нефти с поверхности воды.
Сжигание	Сжигание может производиться для удаления нефти с поверхности грунта и воды и для утилизации ее после сбора. Для поджигания нефти используются факелы. Необходимы меры предосторожности для предотвращения возгорания прилегающих территорий и обеспечения ТБ.
Водоотводящие каналы	Устраиваются в зимне-весенний период для отвода грунтовых вод на переувлажненных участках.

Ликвидация аварийного разлива в условиях мерзлоты осуществляется механическим сбором, сорбционными веществами или сжиганием. При небольших объемах разлива (менее 100 тонн) разрабатываются траншеи, где собирается нефть с последующим поджогом [12].

3.3 Технология рекультивации нефтезагрязненных земель

Ранее считалось, что допустимый уровень загрязнения земель составляет 1,0 г/кг. При таком уровне загрязнения наблюдается наименьшее вредное воздействие нефти на грунт и растительность участка. Однако на практике для достижения данного показателя зачастую необходимо осуществить полное удаление большого объема грунта, что может оказать еще большее влияние на экологию. В связи с этой проблемой был разработан такой показатель как условный предел допустимого остаточного содержания нефти в почве (ДОСНП) [17].

ДОСНП оценивается после проведения мероприятий по локализации и ликвидации разливов и рекультивации земель. Показатель зависит от множества факторов и рассчитывается с учетом:

- природно-климатической зональности и биоресурсной значимости территории;
- классификации развитых в пределах почв горизонтов почвенного разреза;
- степени устойчивости земель к нефтезагрязнению и потенциала самовосстановления почвенно-растительного покрова;
- значений ландшафтно-дифференцированных фоновых геохимических характеристик.

Целью рекультивации является снижение вредного влияния нефти на грунт и растительность загрязненного участка, а также восстановление свойств и показателей почв.

Технологии рекультивации классифицированы по категориям *ex situ* и *in situ* [18]. Согласно технологии *ex situ* грунт предварительно удаляется с участка и транспортируется в хранилища, где подлежит очистке и обработке удобрениями. После установления в грунте допустимого остаточного содержания его транспортируют обратно на участок и оставляют для самовосстановления.

Расчетные ориентировочно допустимые концентрации нефти в грунтах после проведения восстановительных работ приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Приблизительные допустимые концентрации нефти в грунтах после проведения восстановительных работ [18]

Направление использования земель	Содержание нефти и нефтепродуктов в слое 0-20 см (ОДК)	
	Минеральная почва, г/кг абсолютно сухой пробы почвы	Торфяники, г/кг сухого торфа
Сельскохозяйственное пашня	1,0	5,0
Сельскохозяйственное и лесохозяйственное леса, сенокосы, пастбища	10,0	30,0
Лесохозяйственное и природоохранное Торфяное болото	15,0	50,0
Строительное промплощадки	30,0	80,0

Традиционным методом очистки нефтезагрязненных земель является сжигание, при котором нефть подлежит сжиганию и ее содержание в грунте значительно снижается. Кроме того, возможна промывка грунта в барабанах, термическая десорбция и пр., однако данные методы являются более дорогостоящими и трудоемкими.

Технология *in situ* подразумевает применение различных щадящих методов удаления загрязнений, в том числе механический сбор, биологические и физико-химические методы. Наиболее перспективными считаются биологические методы. Наилучшие результаты отмечаются при комплексном методе рекультивации загрязненных почв с использованием агротехнологий с внесением минеральных удобрений и высевом трав-мелиорантов.

Фрезерование земель применяется при небольшой глубине нефтезагрязнения (до 10 см участках старых разливов и 20-30 см – свежих). При этом необходимо осуществить предварительный сбор нефти до уровня загрязнения порядка 100-150 мг/г и лишь затем осуществлять фрезерование.

Запуск процессов самовосстановления земель на загрязненных грунтах осуществляется при помощи биологических препаратов-рекультивантов, состав которых включает окислители нефти, сорбенты, минеральные удобрения и травосмеси.

4 РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Прогнозирование объемов разливов нефти и нефтепродуктов

Согласно Постановлению Правительства РФ от 21.08.2000 г. № 613 при аварийном разливе нефти необходимо произвести оценку объемов разлива и экологического ущерба.

Суммарный объем разлившейся нефти складывается из объемов нефти, вылившейся в период:

1. с момента возникновения разлива до обнаружения утечки и остановки перекачки;
2. с момента остановки перекачки до закрытия задвижек;
3. с момента закрытия задвижек до прекращения утечки путем самотечного течения из трубопровода.

Стадия 1

Объем V_1 нефти, вытекшей за период от возникновения до обнаружения разлива и остановки перекачки, определяется по формуле 4.1:

$$V_1 = Q_1 * \tau_1 = Q_1 * (\tau_0 - \tau_a) \quad (4.1)$$

где Q_1 – расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки, м³/ч;

τ_1 – продолжительность истечения нефти из поврежденного нефтепровода при работающих насосных станциях, ч;

τ_0 – время остановки насосов после повреждения, ч;

τ_a – время повреждения нефтепровода, ч. Время повреждения τ_a и остановки τ_0 насосов фиксируется системой автоматического контроля режимов перекачки.

Расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки, м³/ч [19]:

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Расчетно- технологическая часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						52	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

$$Q_1 = Q' - Q_0 * \left\{ \frac{1}{l-x^*} * \frac{Z_1 - Z_2 + \frac{(P' - P'')}{\rho * g} - i_0 * x^* * \left(\frac{Q'}{Q_0} \right)^{2-m_0}}{i_0} \right\}^{\frac{1}{2-m_0}} \quad (4.2)$$

где Q' – расход нефти в нефтепроводе в поврежденном состоянии, м³/ч;

Q_0 – расход нефти в нефтепроводе при работающих насосных станциях в исправном состоянии, м³/ч;

Z_1 – геодезическая отметка начала участка нефтепровода, м;

Z_2 – геодезическая отметка конца участка нефтепровода, м;

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

P'' – давление в конце участка нефтепровода в поврежденном состоянии, Па; ρ – плотность нефти, кг/м³;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

i_0 – гидравлический уклон при перекачки нефти по исправному нефтепроводу;

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

$m_0 = 0,25$ – показатель режима движения нефти по нефтепроводу в исправном его состоянии [19];

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

Расход Q_0 нефти в исправном нефтепроводе при работающих нефтеперекачивающих станциях (НПС) определяется режимом загрузки нефтепровода и фиксируется по показаниям приборов на НПС. Z_1 , Z_2 , l , x^* определяются по профилю трассы нефтепровода (рисунок 4.1). Расход Q' , давление P' в начале и P'' в конце поврежденного нефтепровода при работающих НПС определяются по показаниям приборов на НПС на момент аварии.

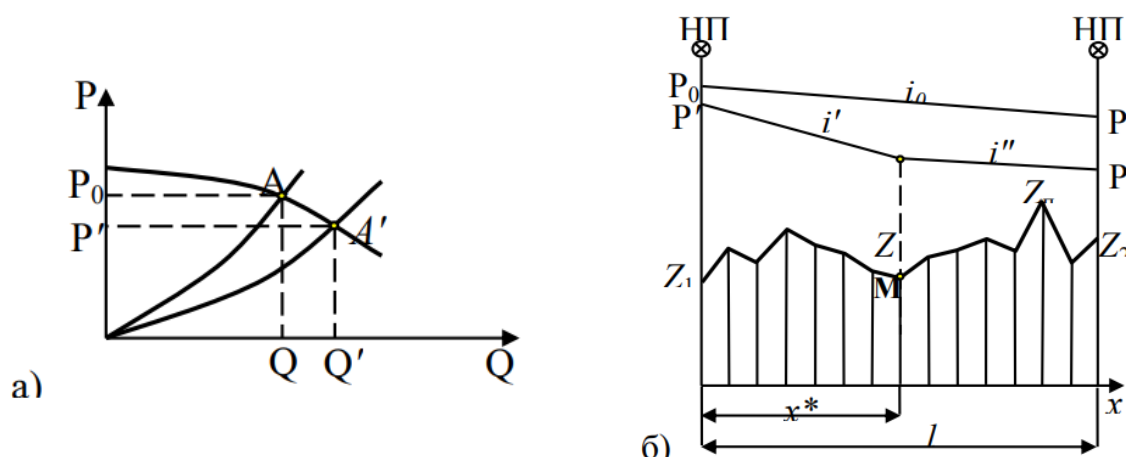


Рисунок 4.1 – Графики изменения режима перекачки при нарушении герметичности трубопровода на насосной станции (а) и трубопроводе (б); М – место повреждения трубопровода

Частные случаи определения Q_1 :

а) при $Q_1 \cong Q_0$ (когда величина утечки настолько мала, что не фиксируется приборами на НПС):

$$Q_i = \mu * \omega * \sqrt{2g * h^*} \quad (4.3)$$

где μ – коэффициент расхода нефти через место повреждения;

ω – площадь дефектного отверстия, m^2 ,

h^* – перепад напора в точке истечения через место повреждения при работающих НПС, м.

Коэффициент расхода μ через дефектное отверстие диаметром $d_{отв}$ определяется в зависимости от числа Рейнольдса Re в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет коэффициента расхода

Число Рейнольдса Re	<25	$25...400$	$400...10000$	$10000...300000$	>300000
Коэффициент расхода μ	$Re/48$	$Re/(1,5+1,4Re)$	$(0,29+0,27)/\sqrt[6]{Re}$	$(0,592+5,5)/\sqrt{Re}$	$0,595$

Число Рейнольдса определяется по формуле:

$$Re = \frac{d_{отв} * \sqrt{2g * h^*}}{\nu} \quad (4.4)$$

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

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

Для определения коэффициента расхода нефти через отверстие, форма которого отличается от круглой, рассчитывается эквивалентный диаметр:

$$d_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{4\omega}{\pi}} \quad (4.5)$$

В этом случае в формуле определения $\text{Re } d_{\text{отв}} = d_{\text{ЭКВ}}$.

Перепад напора в точке истечения нефти определяется из выражения:

$$h^* = \frac{P'}{\rho \cdot g} - i' \cdot x^* - h_T \quad (4.6)$$

где i' – гидравлический уклон при перекачке нефти по поврежденному нефтепроводу до места повреждения;

h_T – глубина заложения нефтепровода (от поверхности земли до нижней образующей), м.

б) Если $P'' = 0$

$$\text{или } P'' < (Z_n - Z_2) \cdot \rho \cdot g \text{ или } P'' < (Z_m - Z_2) \cdot \rho \cdot g, \quad (4.7)$$

$$\text{то } Q_1 = Q',$$

где Z_n – геодезическая отметка перевальной точки, м;

Z_2 – геодезическая отметка конца участка нефтепровода, м;

Z_m – геодезическая отметка места повреждения нефтепровода, м.

Стадия 2

При прекращении работы насосов происходит истечение нефти, заключенной между двумя НПС на участке повреждения. Расход нефти через участок определяется геодезическими отметками положения повреждения. Для выполнения расчетов продолжительность τ_2 истечения нефти с момента остановки перекачки τ_0 до закрытия задвижек τ_3 разбивается на элементарные интервалы τ_i , внутри которых режим истечения (напор и расход) принимается неизменным. Для практического применения τ_i принимают равным 0,25 ч, для более точных расчетов значения τ_i можно уменьшить до 0,01...0,1 ч. Общий объем нефти, вытекший из нефтепровода за время $\tau_2 = (\tau_0 - \tau_3)$, определяется как сумма объемов V_i нефти, вытекшие за элементарные промежутки времени τ_i :

					Расчетно-технологическая часть	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$V_2 = \sum V_i = \sum Q_i * \tau_i \quad (4.8)$$

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

$$Q_i = \mu * \omega * \sqrt{2g * h_i} \quad (4.9)$$

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

$$h_i = Z_i - Z_M - h_T - h_a \quad (4.10)$$

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

Z_M – геодезическая отметка места повреждения, м;

h_T – глубина заложения нефтепровода, м;

h_a – напор, создаваемый атмосферным давлением, м.

За элементарный промежуток времени τ_i освобождается объем нефтепровода V_i , что соответствует освобождению l_i участка нефтепровода:

$$l_i = \frac{4V_i}{\pi * D_{BH}^2} \quad (4.11)$$

где D_{BH}^2 – внутренний диаметр нефтепровода, м.

Освобожденному участку l_i соответствуют значения x_i и Z_i , определяющие статический напор в нефтепроводе в следующий расчетный интервал времени τ_{i+1} . Значение Z_i подставляется в формулу (4.10), и далее расчет повторяется полностью для интервала времени τ_{i+1} . Операция расчета повторяется до истечения времени $\tau_2 = (\tau_0 - \tau_3)$.

Стадия 3

Основной объем нефти, вытекающей после закрытия задвижек до прекращения самопроизвольного истечения нефти через место повреждения, m^3 , определяется по формуле:

$$V_3 = \frac{\pi * D_{BH}^2 * l'}{4} \quad (4.12)$$

где l' – суммарная длина участков нефтепровода между двумя перевальными точками или двумя смежными с местом повреждения задвижками,

					Расчетно-технологическая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		56

возвышенных относительно места повреждения $M(x^*, Z_M)$ и обращенных к месту повреждения, за исключением участков, геодезические отметки которых ниже отметки повреждения, м.

Общий объем (общая масса M) вылившейся при аварии нефти определяется суммой объемов истечения нефти с момента возникновения аварии до прекращения утечки:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (4.13)$$

$$M = \rho * V \quad (4.14)$$

Произведем расчет объема нефти при аварийном разливе. Исходные данные приведены в таблице 4.2. Время повреждения нефтепровода 8:10, время остановки насосов 8:30.

Таблица 4.2 – Исходные данные

Параметр	Обозн.	Ед.изм.	Знач-е
Расход нефти в неповрежденном нефтепроводе при работающих насосных станциях	Q_0	м ³ /с	0,8
Расход нефти при работающих насосах в поврежденном нефтепроводе	Q'	м ³ /с	1
Протяженность аварийного участка нефтепровода между двумя насосными станциями	l	м	100000
Расстояние от насосной станции до места повреждения	x^*	м	50000
Геодезическая отметка начала аварийного участка	Z_1	м	160
Геодезическая отметка конца аварийного участка	Z_2	м	120
Давление в начале участка	P'	Па	4000000
Давление в конце участка	P''	Па	400000
Ускорение силы тяжести	g	м/с ²	9,81
Плотность нефти	ρ	кг/м ³	835
Показатель режима движения нефти по нефтепроводу	m_0	-	0,25
Гидравлический уклон	i_0	-	0,006
Глубина заложения нефтепровода	h_T	м	3
Напор, создаваемый атмосферным давлением	h_a	м	11
Коэффициент расхода	μ	-	0,62
Площадь отверстия	ω	м ²	0,001
Внутренний диаметр нефтепровода	$d_{вн}$	м	0,15

Расход нефти через место повреждения с момента возникновения аварии до остановки перекачки, м³/ч рассчитываем по формуле 4.2:

$$Q_1 = 1 - 0,8 * \left\{ \frac{1}{(10 - 5) * 10^4} * \frac{160 - 120 + \frac{(40 - 4) * 10^5}{835 * 9,81} - 0,006 * 50000 * \left(\frac{1}{0,8}\right)^{2-0,25}}{0,006} \right\}^{\frac{1}{2}-0,25}$$

$$= 0,529$$

Объем V_1 нефти, вытекшей из нефтепровода с момента возникновения аварии до момента остановки перекачки, рассчитаем по формуле 4.1:

$$V_1 = 0,529 * 20 * 60 = 634,3 \text{ м}^3$$

Напор в отверстии, соответствующий 1-му элементарному интервалу времени, рассчитывается по формуле 4.10:

$$h_1 = 160 - 120 - 3 - 11 = 26 \text{ м}$$

Для каждого элементарного интервала времени (10 мин) определяется соответствующий расход Q_i нефти через дефектное отверстие по формуле 4.9:

$$Q_1 = 0,62 * 0,001 * \sqrt{2 * 9,81 * 26} = 0,014 \text{ м}^3/\text{с}$$

Объем нефти, вытекшей через 10 минут после аварии, определяем по формуле 4.8:

$$V_2^{(1)} = 0,014 * 10 * 60 = 8,4 \text{ м}^3$$

За элементарный промежуток времени τ_i освобождается объем нефтепровода V_i , что соответствует освобождению l_i участка нефтепровода:

$$l_1 = \frac{4 * 8,4}{\pi * 0,15^2} = 475,45 \text{ м}$$

Напор в отверстии за следующий интервал времени рассчитывается по формуле:

$$h_2 = h_1 - l_1 * i_0 = 26 - 475,45 * 0,006 = 23,15 \text{ м} \quad (4.15)$$

Расход нефти через дефектное отверстие:

$$Q_1 = 0,62 * 0,001 * \sqrt{2 * 9,81 * 23,15} = 0,013 \text{ м}^3/\text{с}$$

Объем нефти, вытекшей еще через 10 минут после аварии:

$$V_2^{(2)} = 0,013 * 10 * 60 = 7,93 \text{ м}^3$$

Итого:

$$V_2 = 8,4 + 7,93 = 16,33 \text{ м}^3$$

Основной объем нефти, вытекающей после закрытия задвижек до прекращения самопроизвольного истечения нефти через место повреждения определяется по формуле 4.12:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot 0,15^2 \cdot 10000}{4} = 1767,15 \text{ м}^3 \quad (4.12)$$

Всего разлившейся нефти:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 634,3 + 16,33 + 1767,15 = 2417,78 \text{ м}^3$$

Масса разлившейся нефти:

$$M = \rho \cdot V = 835 \cdot \frac{2417,78}{1000} = 2018.85 \text{ тонн}$$

4.2 Оценка площади загрязнения

Максимальная площадь района ЧС, связанной с разливом и возможным воспламенением нефтепродуктов и протекающие по наиболее критическому сценарию определяются исходя из площади нефтяного пятна, образовавшегося в результате разлива нефтепродуктов и формирования зон теплового излучения, связанного с воспламенением нефтепродуктов.

Площадь нефтяного загрязнения земель и водных объектов может быть определена:

- методом экспертных оценок;
- инструментальным методом;
- методом аэрофотосъемки.

Экспертная оценка позволяет определить ориентировочные размеры аварийного разлива путем сравнительной оценки параметров разлива и ближайших предметов, зданий и сооружений.

Инструментальный метод подразумевает использование различных измерительных приборов, благодаря которым осуществляется приблизительная оценка площади и периметра разлива.

Метод аэрофотосъемки подразумевает оценку размеров разлива на основании масштабирования аэрофотоснимков.

Приблизительная площадь аварийного разлива:

$$S = \frac{M}{\rho \cdot h} \quad (4.13)$$

где h – средняя высота нефти над поверхностью грунта, учитывающая неровности рельефа и впитывающую способность грунта. Примем $h = 0,05$ м.

$$S = \frac{2018,85 \cdot 10^3}{835 \cdot 0,05} = 48355,59 \text{ м}^2$$

С течением времени размеры разлива нефтепродукта будут уменьшаться за счет естественного испарения нефтепродукта. Удельные величины испаряемости нефтепродуктов (при плотности до 850 кг/м^3) приведены в таблице 4.3. Средняя температура лета для Томской области $15,8^\circ\text{C}$. Приблизительную среднюю температуру поверхности испарения для почвы примем $t = 15^\circ\text{C}$.

Величина доли собираемого нефтепродукта $K_{сб}$ определяется с учетом объема утечки и потерь нефти за счет испарения V_u и впитываемости $V_{вп}$ в грунт и определяется по формуле:

$$K_{сб} = \frac{V - V_u - V_{вп}}{V} \quad (4.14)$$

где V – объем вылившегося (разлившегося) при аварии нефтепродукта;

V_u – объем испарившегося нефтепродукта, который будет зависеть от толщины слоя разлившегося нефтепродукта, температуры подстилающей поверхности и продолжительности испарения;

$V_{вп}$ – объем впитавшегося в грунт нефтепродукта.

Таблица 4.3 – Удельные величины испаряемости

Продолжительность испарения, г	Толщина слоя нефти, м										
	До 0,001	0,005	0,010	0,050	0,100	0,200	0,300	0,400	0,500	1,000	1,500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура поверхности испарения $t_i = 10^\circ\text{C}$											
До 6	96	236	344	820	1185	1710	2116	2462	2767	3976	4912
12	158	407	606	1497	2192	3198	3982	4650	5242	7592	9419
18	201	538	813	2066	3058	4505	5640	6608	7468	10896	13569
24	233	641	979	2550	3811	5663	7121	8370	9481	13926	17403
Температура поверхности испарения $t_i = 15^\circ\text{C}$											
До 6	174	456	683	1703	2504	3665	4573	5346	6032	8759	10881
12	250	699	1076	2844	4274	6384	8051	9480	10755	15863	19869
18	292	850	1331	3661	5592	8480	10785	12774	14554	21741	27420
24	319	953	1510	4276	6611	10146	12991	15459	17676	26685	33853

Степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта. Нефтенасыщенность грунта или количество нефти (масса $M_{вп}$ или объем $V_{вп}$), впитавшейся в грунт, определяется по соотношениям [3]:

$$M_{вп} = K_n * \rho_0 * V_{гр} \quad (4.15)$$

$$V_{вп} = K_n * V_{гр} \quad (4.16)$$

Значение нефтеемкости грунта K_n в зависимости от его влажности принимается по таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Нефтеемкость грунтов

Грунт	Влажность, %				
	0	20	40	60	80
Супесь, суглинок (средний и тяжелый)	0,35	0,28	0,21	0,14	0,07
Суглинок легкий	0,47	0,38	0,28	0,18	0,10
Глинистый грунт	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04
Торфяной грунт	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10

Объем нефтенасыщенного грунта $V_{гр}$ вычисляют по формуле:

$$V_{гр} = F_{гр} * h_{ср} \quad (4.17)$$

где $F_{гр}$ – площадь разлива, m^2 ;

$h_{ср}$ – средняя глубина проникновения нефти в грунт, м.

Для определения средней глубины проникновения нефти в грунт $h_{ср}$ отбираются шурфы – грунтовые выработки в количестве не менее 5 штук и затем рассчитывается среднее арифметическое.

Степень загрязнения насыщенного нефтью грунта определяется отбором и последующим анализом почвенных проб на содержание нефтепродуктов.

Почвенные пробы отбираются с глубины от 0 до 0,2 м и от 0,2 м до 0,4 м по диагонали загрязненного участка через каждые 8...10 м, начиная с края.

Анализ проб осуществляется в соответствии с РД 39-0147098-015-90 «Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтепрома» [3].

Пусть инструментальным методом установлен размер нефтяного разлива $S = 30000 m^2$.

Для расчетов примем среднюю глубину пропитки грунта $h_{cp} = 0,4$ м, тогда объем нефтенасыщенного грунта:

$$V_{гр} = 30000 * 0,4 = 12000 \text{ м}^3$$

Значение нефтеемкости грунта определяем методом линейной интерполяции по таблице 4.4 для торфяного грунта $K_n = 0,14$ при средней влажности воздуха в летнее время года 72%, тогда объем впитавшейся нефти:

$$V_{вп} = 0,14 * 12000 = 1680 \text{ м}^3$$

$$M_{вп} = 1680 * 835 = 51090 \text{ кг}$$

Объем испарившегося нефтепродукта определяется по формуле:

$$V_u = q * S / \rho \quad (4.18)$$

Удельную величину испаряемости q при $t = 15^\circ\text{C}$ и времени испарения до 6 часов по таблице 4.3 принимаем равной 1703 г/м^2 .

$$V_u = 1703 * \frac{30000}{835 * 1000} = 61,19 \text{ м}^3$$

Величина доли собираемого нефтепродукта $K_{сб}$ определяется по формуле 4.15:

$$K_{сб} = \frac{2417,78 - 61,19 - 1680}{2417,78} = 27,98\%$$

Таким образом, необходимо собрать с поверхности грунта нефть в объеме $676,59 \text{ м}^3$, что составляет 27,98% от общего количества разлившейся нефти. Помимо этого, необходимо провести рекультивацию земель с обработкой объема нефтенасыщенного грунта 12000 м^3 .

4.3 Выбор технологии ликвидации аварийного разлива нефти

Как правило, в болотистой местности при локализации разлива осуществляется обвалование местным или привозным грунтом. Высота обвалования должна обеспечивать сдерживание водотока и составляет, как правило, не менее 0,5 м.

Этапы работы представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Этапы работ

№	Этап	Изображение
1	Отсыпка пути для подъезда техники	
2	Сгон нефтяной пленки мотопомпами к скиммерам типа «Lamog» и нефтесборному оборудованию с последующим сбором.	
3	Формирование земляного вала бульдозером или экскаватором. Погрузка нефтезагрязненного грунта в самосвал и его вывоз для дальнейшего обезвреживания	
4	Выравнивание грунта, придание участку рельефа, засыпка искусственных выработок	
5	Рекультивация земель	-

С целью рекультивации земель на участке применяется биохимическая смесь «МД» (сухой) производства ООО «ЭКОЙЛ». Препарат имеет органический состав и содержит вещества, ускоряющие разрушение нефти и

способствующие быстрому восстановлению свойств грунта и росту микроорганизмов.

Технология применения предусматривает три этапа:

- 1) подготовительный;
- 2) основной;
- 3) биологический.

Подготовительный этап (рисунок 4.2) предусматривает:

- 1) нахождение и сравнение участка с существующими картами и паспортами нефтезагрязненных участков, описание рельефа поверхности;
- 2) фотосъемку участка до рекультивации;
- 3) определение характера и степени загрязнения участка;
- 4) откачку нефтесодержащей жидкости и свободной нефти;
- 5) вырубку и захоронение засохшей растительности.



Рисунок 4.2 – Подготовительный этап работ

Основной этап (рисунок 4.3) включает:

- фрезерование участка с внесением биохимических препаратов, удобрений и травосмесей;
- дополнительное внесение (при необходимости раскислителей) минеральных удобрений.



Рисунок 4.3 – Основной этап работ

Биологический этап (рисунок 4.4):

- получение необходимой концентрации биопрепарата (106 -107 кл/мл);
- смешение торфа с биопрепаратом;
- нанесение биопрепарата на нефтезагрязненный участок с помощью техники и жидкой рабочей культуры.

Зачастую при соблюдении технологии рекультивации результаты видны уже в следующем сезоне. Эффективность рекультивации зависит от климатических факторов, гидрографии района, первичных свойств грунта и многого другого.

Отчет деятельности ООО «ЭКОЙЛ» содержит сведения об эффективном восстановлении более 2700 га нефтезагрязненных земель, а также очистке более 43 тыс. м³ нефтешламов.



Рисунок 4.4 – Биологический этап

4.4 Подбор необходимых материалов

Для ликвидации разлива нефти площадью $S = 30000 \text{ м}^2$ понадобятся следующие материалы и силы (таблица 4.6). На 1 га расходуется 25 кг биопрепарата «МД Сухой» и минеральных удобрений «Азофоска» 260 кг. Тогда для рассмотренного примера понадобится 75 кг биопрепарата и 780 кг минеральных удобрений.

Производительность нефтесборного оборудования «Lamog minimax 25» $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ и процент воды менее 2%.

Вычислим время работы нефтесборного оборудования:

$$t = \frac{V}{p \cdot n} \quad (4.20)$$

где V – объем разлива нефти;

p – производительность нефтесборного оборудования

n – количество оборудования.

Согласно расчетам, необходимо собрать с поверхности грунта нефть в объеме $V = 676,59 \text{ м}^3$, тогда время сбора тремя нефтесборщиками составит:

$$t = \frac{676,59 + 0,02 \cdot 676,59}{25 \cdot 3} = 9,2 \text{ ч}$$

Для снижения времени работы нефтесборного оборудования «Lamog» и снижения затрат на дизельное топливо, на котором оно работает возможно применение сорбентов (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Применение сорбента в виде полотна для сбора нефти

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В соответствии с законодательством Российской Федерации происшествия, связанные с разливом нефти и нефтепродуктов являются ЧС и их последствия должны быть немедленно устранены. Ограничение и устранение нефтяных загрязнений, должны осуществляться с помощью:

- многофункциональных комплекса задач;
- применение технологического оборудования;
- использования различных подходов к конкретной аварии.

Независимо от характера случайного разлива нефтепродуктов, должно быть направлено прежде всего, на локализацию нефтяного пятна, это поможет избежать дальнейшего увеличения загрязнения новых участков. Для этого широко применяются различные сорбенты.

В представленной работе рассматривается сорбент на основе полимерных волокон, их основным преимуществом является возможность многократного использования. При выборе сорбента основным критерием является коэффициент нефтепоглощения, многократность использования и возможность утилизации. Наиболее привлекательными сегментами в будущем служит производство сорбента на основе полимеров для крупных компаний.

Сегментирование рынка услуг по разработке сорбентов
осуществляется представлено в таблице 5.1.

					Ликвидация аварийных разливов нефти							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.		Левченко С.В.										
Руковод.		Бурков В.П.								68	104	
Рук. ООП		Брусник О.В.						Отделение нефтегазового дела з-2Б7А				

Таблица 5.1 – Сегментирование рынка услуг

Размер предприятия	Вид сорбента		
	Ньюсорб	Унисорб	Экосорб
Крупное			
Среднее			
Мелкое			



ПАО «Газпром»



ООО «Сахалин
Энерджи»



АО «Томскнефть»
ВНК

В работе рассматривается сорбент под названием «Ньюсорб». Потенциальным потребителем является непосредственно организация ООО «Сахалин Энерджи». Вторым потенциальным потребителем выступают крупные дочерние организации ПАО «Газпром». Данные виды сорбентов применяются в большинстве компаний при ликвидации аварийных разливов нефти.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для того чтобы правильно выбрать сорбент для локализации разлива в условиях Крайнего Севера, необходимо учесть ряд факторов, таких как отрицательная среднегодовая температура, мерзлый грунт, практически постоянное наличие льда в акваториях.

Существует несколько видов сорбентов, которые могут работать при вышеуказанных факторах. Выделим три преимущественно конкурирующих вида сорбента: «Ньюсорб» (наиболее подходящий вариант в условиях данной ВКР), «Унисорб», «Экосорб». Проведем анализ с помощью оценочной карты (таблица 5.2). Индекс «ф» соответствует сорбенту типа «Ньюсорб», к1 и к2 – «Унисорб» и «Экосорб» соответственно.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда рабочего	0,07	5	2	4	0,35	0,14	0,28
2. Простота эксплуатации	0,06	5	5	4	0,30	0,30	0,24
3. Гидрофобные свойства	0,08	5	5	4	0,40	0,40	0,32
4. Энергоэкономичность	0,06	5	3	3	0,30	0,18	0,18
5. Безопасность	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
6. Возможность использования при низких температурах	0,09	5	5	3	0,45	0,45	0,27
7. Эффективность	0,06	5	3	4	0,30	0,18	0,24
8. Потребность в дополнительной обработке	0,06	4	4	3	0,24	0,24	0,18
9. Быстрота действия	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
10. Возможность повторного использования	0,05	5	4	4	0,25	0,20	0,20
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	3	4	0,35	0,21	0,28
2. Стоимость	0,08	5	4	5	0,40	0,32	0,40
3. Уровень проникновения на рынок	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	2	4	0,20	0,10	0,20
5. Наличие сертификации разработки	0,06	5	3	4	0,30	0,18	0,24
Итого	1	-	-	-	4,82	3,81	3,80

Согласно оценочной карте можно отметить, что рассматриваемый сорбент «Ньюсорб» является наиболее эффективным техническим решением.

К1 – сорбент «Унисорб» по многим техническим показателям превосходит конкурента К2, однако экономические критерии оценки говорят о более низкой эффективности по сравнению с К2.

К2 – сорбент «Экосорб» уступает К1 согласно техническим критериям, но превосходит по экологическим критериям эффективности.

5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QualityADvisor) 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.

Оценочная карта для оценки качества и перспективности сорбента «Ньюсорб» по технологии QuaD приведена в таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Оценочная карта для оценки качества и перспективности разработки по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес	Баллы	Макс. балл	Относ-е значение (3/4)	Средневзв. значение (5/2)
1	2	3	4	5	6
1. Повышение производительности труда рабочего	0,07	99	100	0,99	0,0693
2. Простота эксплуатации	0,06	98	100	0,98	0,0588
3. Гидрофобные свойства	0,08	97	100	0,97	0,0776
4. Энергоэкономичность	0,06	99	100	0,99	0,0594
5. Безопасность	0,07	92	100	0,92	0,0644
6. Возможность использования при низких температурах	0,09	99	100	0,99	0,0891
7. Эффективность	0,06	96	100	0,96	0,0576
8. Потребность в дополнительной обработке	0,06	87	100	0,87	0,0522
9. Быстрота действия	0,07	96	100	0,96	0,0672
10. Возможность повторного использования	0,05	96	100	0,96	0,048
Экономические критерии оценки эффективности					
11. Конкурентоспособность продукта	0,07	92	100	0,92	0,0644
12. Стоимость	0,08	96	100	0,96	0,0768
13. Уровень проникновения на рынок	0,07	94	100	0,94	0,0658
14. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	81	100	0,81	0,0405
15. Наличие сертификации разработки	0,06	93	100	0,93	0,0558
Итого	1	-	-	-	0,9469

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		71

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_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, технология локализации и ликвидации аварийного разлива нефти с использованием сорбента типа «Ньюсорб» является перспективным.

5.2 Планирование исследовательских работ в рамках ВКР

5.2.1 Структура работ в рамках проводимого исследования

В рамках планирования исполнителями являются студент и научный руководитель. В таблице 5.4 приведен график проведения исследований с распределением обязанностей.

Таблица 5.4 – Перечень работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО, бакалавр
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, бакалавр,
	4	Определение списка нормативных документов для ВКР	Бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
Теоретические исследования	6	Теоретическое исследование аварийного разлива нефти	Бакалавр
	7	Проведение анализа технологий локализации и ликвидации аварийных РН	Бакалавр
Проведение ВКР			

Обобщение результатов	10	Выбор наиболее эффективного комплекса мероприятий по устранению аварийных разливов	Бакалавр
	11	Финансовый менеджмент	Бакалавр, консультант по ЭЧ
	12	Социальная ответственность	Бакалавр, консультант СО
Оформление комплекта документации по ВКР	13	Составление пояснительной записки	Бакалавр

5.2.2 Определение трудоемкости 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 $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5} \quad (5.2)$$

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

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

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения 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_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (5.3)$$

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

$t_{ожі}$ – 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:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}} \quad (5.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ.дн.;

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

k – коэффициент календарности, для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5.5)$$

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.

Все рассчитанные значения сведем в таблицу 5.5.

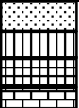
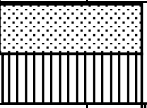
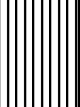
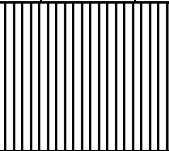
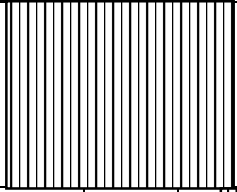
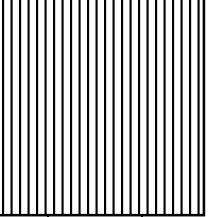
Таблица 5.5 – Временные показатели проведения научного исследования

Этап	Трудоемкость работ, чел-дни			Исполнители	Длит-ть работ в рабочих днях T_{pi}	Длит-ть работ в кал-х днях T_{ki}
	tmin	tmax	тожд			
Составление и утверждение технического задания	4	10	7	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО, бакалавр	7	8
Выбор направления исследований	1	2	2	Руководитель, бакалавр	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	12	16	14	Руководитель, бакалавр,	14	16
Определение списка	4	8	6	Бакалавр	6	7
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Лист						
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	74	

нормативных документов для ВКР						
Календарное планирование работ по теме	1	2	2	Руководитель, бакалавр	2	2
Теоретическое исследование аварийного разлива нефти	14	20	17	Бакалавр	17	20
Проведение анализа технологий локализации и ликвидации аварийных РН	20	26	23	Бакалавр	23	27
Выбор наиболее эффективного комплекса мероприятий по устранению аварийных разливов	19	23	21	Бакалавр	21	24
Финансовый менеджмент	7	11	9	Бакалавр, консультант по ЭЧ	9	11
Социальная ответственность	1	3	2	Бакалавр, консультант СО	2	3
Составление пояснительной записки	2	4	3	Бакалавр	3	4

На основании таблицы 5.5 строим календарный план график (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Календарный план-график проведения научного исследования

Вид работы	Исполнители	T_{ki} , дней	Продолжительность выполнения работ											
			февраль		март			апрель			май			июнь
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Составление и утверждение технического задания	Руководитель, бакалавр, консультант ЭЧ, СО	8												
Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр	3												
Подбор и изучение материалов	Руководитель, бакалавр	16												
Определение списка нормативных документов для ВКР	Бакалавр	7												
Календарное планирование работ	Руководитель, бакалавр	2												
Теоретическое исследование аварийного разлива нефти	Бакалавр	20												
Проведение анализа технологий локализации и ликвидации аварийных РН	Бакалавр	27												
Выбор наиболее эффективного комплекса мероприятий по устранению аварийных разливов	Бакалавр	24												

Финансовый менеджмент	Бакалавр, консультант по ЭЧ	11													
Социальная ответственность	Бакалавр, консультант СО	3													
Составление пояснительной записки	Бакалавр	4													
	Руководитель		Бакалавр			Консультант ЭЧ			Консультант СО						

5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на основное оборудование для научно-экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты для проведения научно-технического исследования приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм-я	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Сорбент	кг	1	1	1	2703	3574	2890	2703	3574	2890
Нефть	кг	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0
Грунт	кг	2	2	2	0	0	0	0	0	0
Итого:								2703	3574	2890

5.3.2. Расчет затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ

Измерение концентраций нефти (Н) в почве основано на экстракции нефтяных углеводородов четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении от полярных соединений на оксиде алюминия и количественном определении на ИК-спектрофотометре. Оборудование едино для всех исполнений, так используется единая методика проведения эксперимента.

Расчеты по приобретению спецоборудования, используемого для каждого исполнения, приведены в таблице 5.8.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат						78

Таблица 5.8 – Затраты на приобретение спецоборудования

Наименование	Цена, руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Концентратомер КН-2 (Сибэкоприбор) ИШВЖ.004 ПС	228600	1	228600
Весы аналитические ВЛА-200	18750	1	18750
Итого, руб			247350

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии и доплаты) и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} , \quad (5.6)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия(при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p , \quad (5.7)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица10);

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot M}{F_d} , \quad (5.8)$$

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

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		79

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня М =11,2 месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней М=10,4 месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

В таблице 5.9 приведен баланс рабочего времени каждого работника НТИ.

Таблица 5.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр	Консультант ЭЧ	Консультант СО
Календарное число дней	365	365	365	365
Количество нерабочих дней				
– выходные дни	52	52	52	52
– праздничные дни	14	14	14	14
Потери рабочего времени				
– отпуск	48	48	48	48
– невыходы по болезни	7	7	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	245	245	245

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (5.9)$$

где $З_{tc}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

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

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 $З_{tc}$);

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

Тарифная заработная плата $З_{tc}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата

(оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Расчет основной заработной платы

Категория	$З_{мс}$, руб.	k_d	k_p	$З_m$, руб.	$З_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель							
ППСЗ	12070	0,3	1,3	25105,6	1065,7	13,9	14813,2
Бакалавр							
ППС1	8600	0,3	1,3	17888	759,3	72,4	54973,3
Консультант ЭЧ							
ППСЗ	20080	0,3	1,3	41766,4	1772,9	6	10637,4
Консультант СО							
ППСЗ	20080	0,3	1,3	41766,4	1772,9	6	10637,4
Итого							91061,3

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} \quad (5.10)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Общая заработная исполнителей работы представлена в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Общая заработная плата исполнителей

Исполнитель	$З_{осн}$, руб.	$З_{доп}$, руб.	$З_{зн}$, руб.
Руководитель	14813,2	2221,9	17035,1
Бакалавр	54973,3	8245,9	63219,2
Консультант ЭЧ	10637,4	1595,6	12233
Консультант СО	10637,4	1595,6	12233
Итого	91061,3	13659	104720,3

5.3.4 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:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (5.11)$$

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

На 2022 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 2022 году водится пониженная ставка – 27,1% .

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	14813,2	2221,9
Бакалавр	54973,3	8245,9
Консультант ЭЧ	10637,4	1595,6
Консультант СО	10637,4	1595,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого:	28379,2	

5.3.5 Накладные расходы

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

$$З_{накл} = k_{нр} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 5), \quad (5.12)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов принимаем 21 %.

5.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Расчет бюджета затрат НТИ

№ п/п	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты НТИ	2703	3574	2890
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	247350	247350	247350
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	91061,3	91061,3	91061,3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13659	13659	13659
5	Отчисления во внебюджетные фонды	28379,2	28379,2	28379,2
6	Накладные расходы	80462,025	80644,9	80501,3
7	Бюджет затрат НТИ	463614,53	464668	463841

5.4 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (5.13)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная скорость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-ого варианта исполнения имеем («Ньюсорб»):

$$I_{\phi}(\text{исп1}) = \frac{463614,53}{464668,44} = 0,997;$$

«Унисорб»:

$$I_{\phi}(\text{исп2}) = \frac{8900591,21}{464668,44} = 1,0;$$

«Экосорб»:

$$I_{\phi}(\text{исп3}) = \frac{9904133,89}{464668,44} = 0,998;$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (5.14)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 5.14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Повышение производительности труда рабочего	0,15	5	2	4
2. Простота эксплуатации	0,09	5	5	4
3. Гидрофобные свойства	0,08	5	5	4

4. Энергоэкономичность	0,06	5	3	3
5. Безопасность	0,12	4	4	4
6. Возможность использования при низких температурах	0,09	5	5	3
7. Эффективность	0,08	5	3	4
8. Потребность в дополнительной обработке	0,09	4	4	3
9. Быстрота действия	0,14	5	4	3
10. Возможность повторного использования	0,1	5	4	4
Ир-исп		4,79	3,82	3,62

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр\,исп1}} \quad (5.15)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,79}{0,997} = 4,80$$

$$I_{исп1} = \frac{3,82}{1} = 3,82$$

$$I_{исп1} = \frac{3,62}{0,998} = 3,63$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср1}$):

$$\mathcal{E}_{ср1} = \frac{I_{мэ}^p}{I_{мэ}^{a1}} = \frac{4,80}{3,63} = 1,32;$$

$$\mathcal{E}_{ср2} = \frac{I_{мэ}^p}{I_{мэ}^{a2}} = \frac{3,82}{3,63} = 1,05.$$

где $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 5.15 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп 1	Исп 2	Исп 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,997	1,0	0,998
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,79	3,82	3,62
3	Интегральный показатель эффективности	4,80	3,82	3,63
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,32	1,05	1,0

Заключение

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Исходя из сравнительной эффективности разработки, определили, что наиболее эффективный вариант исп. 1 – выбор сорбента «Ньюсорб».

В результате проведения исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были проанализированы различные варианты исполнения научно-исследовательского проекта, бюджет наиболее выгодного исполнения с точки зрения финансовой эффективности и ресурсоэффективности составил 463614,53 рублей.

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В этом разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте сотрудника аварийно-спасательной службы при устранении последствий аварийных разливов нефти.

Сущность работы заключается в анализе технологии ликвидации аварийного разлива нефти на промысловом нефтепроводе.

Объектом исследования является загрязненный нефтью участок местности вблизи поврежденного нефтепровода.

Областью применения исследования являются объекты трубопроводного транспорта нефти, которые в большей мере подвержены риску возникновения аварийных разливов. Пользователем представленного решения является ПАО «Транснефть».

Рабочая зона: полевые условия или промышленные трубопроводы на объекте нефтегазового сектора в зависимости от локализации аварии.

Климатическая зона: районы с умеренным и холодным климатом.

Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 1 экскаватор, 1 бульдозер с рыхлителем, 1 самосвал, 2 тягач с тралом, 2 сварочный пост передвижной, 1 передвижная насосная установка, 1 трубоукладчик, 1 автомобиль повышенной проходимости, 1 вакуум-бочка, 3 вагон-дом передвижной, 1 вагон-склад, 3 мобильная радиостанция.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: аварийно-восстановительные работы по ликвидации разливов нефти.

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Социальная ответственность		Лит.	Лист
Руковод.	Бурков В.П.							Листов
Рук. ООП	Брусник О.В.						87	104
							Отделение нефтегазового дела з-2Б7А	

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для сотрудников, работающих вахтовым методом согласно Трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.05.2020, с изм. от 14.07.2020) [20]: устанавливается районный коэффициент и выплачиваются процентные надбавки к заработной плате в порядке и размерах, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях; предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск.

Рабочей зоной является область возникновения разливов нефти, в рассматриваемом случае аварийный разлив локализован на линейной части нефтепровода в полевых условиях или промышленной площадке.

При аварийно-восстановительных работах используется большое число крупногабаритных машин и оборудования, поэтому важно обеспечение безопасности и эффективности работы системы «человек - машина». Для этого оборудование, используемое при работах, производится и комплектуется согласно ГОСТ EN 894-1-2012 [21].

Ликвидация аварийных разливов нефти подразумевает по большей части работу в положении стоя ГОСТ 12.2.033-78 [22], при этом обеспечивается прямое и свободное положение корпуса тела работающего.

6.2 Производственная безопасность

В таблице 6.1 представлены опасные и вредные факторы при ликвидации аварийных разливов нефти. Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проводилась с использованием ГОСТ 12.0.003-2015 [23].

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте аварийной службы ликвидации разливов

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Повышенный уровень шума;	

2. Повышенный уровень общей вибрации;	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [24]
3. Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм;	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования [25]
4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [26]
5. Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [27]
6. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности [28]
7. Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [29]
8. Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего;	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [30]
9. Производственные факторы, связанные с электрическим током;	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [31]

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Повышенный уровень шума

Источником шума на рабочем месте службы ликвидации разливов нефти являются крупногабаритная тяжелая техника, такая как бульдозеры, экскаваторы, трубоукладчики.

Длительное воздействие шума способно привести к стойкому снижению (тугоухость) и даже полной потере слуха у работника, увеличению риска болезней сердечно-сосудистой, нервной систем и др.

Уровни звука (шума) и эквивалентные уровни звука при высококвалифицированной работе, требующей сосредоточенности согласно СП 51.13330.2011 [32] не должны превышать 60 дБА.

Бульдозер Б-170, смонтированный на тракторе Т-170 М1.01 при максимальной мощности работы образует шум 92 дБА, что превышает допустимый уровень и требует применения СИЗ при работах.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		89

СИЗ согласно ГОСТ 12.1.029-80 [33]: наушники, противoshумные вкладыши, шлемы и каски.

СКЗ: экраны, перегородки, кабины, ограждения, поглощающие или ослабляющие звуковое излучение, использование оборудования, соответствующего требованиям безопасности.

Повышенный уровень общей вибрации

Источником вибрации является используемая тяжелая техника (бульдозеры, трубоукладчики, самосвал, тягачи и пр.).

Воздействие на работников в течение длительного времени высоких уровней вибрации способствует преждевременному утомлению работников, снижению концентрации внимания, косвенному повышению общей и сопутствующей профессиональной заболеваемости и может привести к развитию вибрационной болезни.

При ликвидации аварийных разливов нефти работники подвержены общей вибрации II согласно [25]. Предельно допустимые значения вибрации для данной категории представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории II

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X, Y, Z							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с ²		дБ		м/с · 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	—	0,28	—	109	—	0,56	—	101

Длительное воздействие вибрации высоких уровней приводит к преждевременному утомлению, снижению производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению вибрационной болезни.

СИЗ: виброизолирующая обувь, подметки и специальные стельки, прокладки и вкладыши, а также специализированные рукавицы и перчатки.

СКЗ: использование индивидуальных укрытий, виброгасящих опор и фундаментов, применение наиболее вибробезопасной конструкции

оборудования, уменьшение времени контакта с вибрирующими поверхностями, балансировка вращающихся частей оборудования [25].

Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм

Нефть по вреду, оказываемому организму, относится к 3 классу опасности. Химические вещества способны воздействовать на все системы человеческого организма. Острые последствия, например, отравление и смерть происходят зачастую в результате однократного воздействия в больших дозах. Кроме того, возможно возникновение болезней от последствий, вызываемых многократными незначительными воздействиями на протяжении длительного времени.

Для веществ, принадлежащих 3 классу, установлены значения [26]:

- ПДК в воздухе рабочей зоны – 1,1-10,0 мг/м³;
- средняя смертельная доза (LD₅₀) при введении в желудок – 151-5000 мг/кг;
- LD₅₀ при нанесении на кожу – 501-2500 мг/кг;
- LD₅₀ в воздухе – 5001-50000 мг/м³.

СИЗ: перчатки, средства защиты органов дыхания, очки, халат, защитную обувь.

СКЗ: при ликвидации аварийных разливов коллективная защита обеспечивается путем проведения инструктажа по правилам безопасности при работе с химическими веществами и нормированием времени непрерывной работы.

Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Микроклимат в рабочей зоне нормируется согласно ГОСТ 12.1.005-88 в соответствии категорией работ [27]. Рабочее место находится в IV климатическом поясе (регион IB) и по уровню теплозащитных свойств относится к 3 классу защиты.

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

При пониженной температуре рабочей зоны происходит излишняя потеря тепла, из-за чего повышается риск простудных и острых респираторных заболеваний, усугубляется течение хронических болезней, особенно костно-мышечных, и обостряются воспалительные процессы.

СИЗ: теплозащитное белье и одежда с подкладками, перчатки, шапки, теплая обувь.

СКЗ: помещения для обогрева, нормирование времени непрерывной работы на открытом воздухе и времени для обогрева.

Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса

Физические перегрузки подразделяют [23] на статические, связанные с рабочей позой и динамические нагрузки, связанные с массой груза или повторением стереотипных рабочих движений.

При ликвидации аварийных разливов работник подвергается как статическим, так и динамическим нагрузкам. Физические перегрузки могут привести к быстрому утомлению и перенапряжению нервно-мышечной системы, снижению фактической работоспособности, а в дальнейшем и к развитию различных заболеваний, зачастую скелетно-мышечной системы.

Для снижения влияния вредных физических перегрузок ликвидация аварийных разливов должна производиться согласно ГОСТ 12.3.002-2014 [34]. При этом тяжелый физический труд должен быть сведен к минимуму применением разгрузочно-погрузочной техники [29].

Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

Для удовлетворительного психологического состояния работника, необходимо обеспечить безопасные условия труда, сотрудник должен проходить своевременное обучение для минимизации риска возникновения ситуации к которой сотрудник окажется психологически не готов.

При нервно-психических перегрузках появляется чувство постоянной усталости, разбитости и раздражительности. При постоянных перегрузках

начинается поражение сердечно-сосудистой, иммунной и пищеварительной систем.

Согласно ГОСТ 12.3.002-2014 [34] безопасность производственных процессов обеспечивается поддержанием допустимого уровня риска возникновения опасной ситуации и достигается путем:

- 1) применения безопасного производственного оборудования;
- 2) рационального размещения производственного оборудования, рациональной организации рабочих мест и трудового процесса;
- 3) соблюдения оптимальных режимов труда и отдыха;
- 4) применения эффективных средств индивидуальной и коллективной защиты работающих;
- 5) выделения и обозначения опасных зон производства работ;
- 6) профессионального отбора и профессионального обучения работников, инструктажа, стажировки, периодической проверки их знаний;
- 7) применения эффективных методов и средств мониторинга безопасности процесса и/или отдельных его операций.

Производственные помещения должны быть оборудованы таким образом, чтобы обеспечивалась беспрепятственная эвакуация людей при пожарах и авариях.

Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего

Для предупреждения опасных ситуаций, связанных с действием силы тяжести, работы производятся согласно ГОСТ 12.3.009-76 [29].

Последствиями падения объектов на работающего могут быть разными: от вывихов и синяков до переломов, постоянной нетрудоспособности и смерти.

Для обеспечения безопасности работ выбор способов производства работ должен предусматривать предотвращение или снижение до уровня допустимых норм воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов путем:

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		93

- механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ;
- применения устройств, отвечающих требованиям безопасности;
- соблюдение условий эксплуатации;
- применения знаковой и других видов сигнализации при перемещении грузов подъемно-транспортным оборудованием;
- правильного размещения и укладки грузов.

Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего

Работы по обеспечению ликвидации аварийных разливов нефти подразумевают использование крупногабаритной техники, поэтому на промысле может возникнуть опасность для человека со стороны движущихся машин и механизмов. Сотрудник может получить такие травмы как: вывихи, синяки, переломы, постоянная нетрудоспособность, смерть.

Для защиты используют устройства, которые препятствуют появлению человека в опасной зоне. Как указано в ГОСТ 12.2.062-81 [35], ограждение имеют вид сеток, различных решеток, защитных кожухов. Устанавливают их так, чтобы полностью исключить доступ человека в зону опасности. Работа категорически запрещается при неисправных ограждениях. Для профилактики систематически проверяют наличие всей необходимой защиты. Также проводят плановую и внеплановую проверку тормозных и пусковых устройств, состояния оборудования и своевременное устранение дефектов согласно ГОСТ 12.2.003-91 [29].

Производственные факторы, связанные с электрическим током

Конструкция электроустановок должна соответствовать условиям их эксплуатации и обеспечивать защиту персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями, а оборудование – от попадания внутрь посторонних твердых тел и воды.

При поражении человека электрическим током у него возникают судороги, ожоги, возможна дисфункция легких, поражение сердечно-сосудистой системы, летальный исход.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		94

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 [36]. Наиболее опасным считается переменный ток с частотой 50 Гц.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА.

Основными способами защиты от поражения электрическим током являются защитное заземление (согласно ГОСТ 12.1.030-81 [37]); зануление; выравнивание потенциалов; малое напряжение; электрическое разделение сетей; защитное отключение; изоляция токоведущих частей; оградительные устройства; предупредительная сигнализация; знаки безопасности.

6.3 Экологическая безопасность

Защита селитебной зоны. Санитарно-защитная зона (СЗЗ), которая отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, составляет (согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03 [38]) – 1000 м. В таблице 6.3 приведены минимальные допустимый расстояния от магистральных трубопроводов для транспортирования нефти согласно [19].

Таблица 6.3 – Минимальные допустимые расстояния

Элементы застройки	Расстояние в м при диаметре труб в мм			
	До 300	300-600	600-1000	1000-1400
Города и поселки	75	100	150	200
Гидротехнические сооружения	300	300	300	300
Водозаборы	3000	3000	3000	3000

Защита атмосферы. Атмосферный воздух должен соответствовать требованиям СанПиН 2.1.3684-21 [39]. При проведении работ в атмосферу попадают низшие предельные углеводороды, углекислый газ, азотистые соединения, выхлопные газы, сажа, оксид железа и другие.

К мероприятиям, направленным на минимизацию ущерба от использования транспортных средств, относятся:

- применение более «чистого» вида топлива (дизельное);
- проверка состояния и работы двигателей;
- минимальное количество одновременно работающих двигателей.

Защита гидросферы. Большую опасность при аварийных разливах нефти представляет попадание нефти в водоемы, поэтому при наличии вблизи аварии водостоков мероприятие должно быть выполнено в короткий срок для предупреждения загрязнения подземных (ГОСТ 17.1.3.06-82 [40]) и поверхностных (ГОСТ 17.1.3.13-86 [41]) вод.

С целью охраны водных ресурсов от загрязнения рекомендуется:

- 1) разработка и усовершенствование проектов водоохранных зон;
- 2) установка нефтеловушек и боновых заграждений на малых водах;
- 3) использование очистных сооружений сточных вод;
- 4) диагностика трубопроводов при переходе через водные объекты;
- 5) создание физической стойкости к поражающим факторам ЧС;
- 6) локальная защита объектов и небольших участков территории.
- 7) стабилизация слабых грунтов, устройство дренажа;
- 8) создание и совершенствование автоматических систем обнаружения утечки опасных веществ и отключения аварийных участков.

Защита литосферы. При аварии на линейной части нефтепровода значительный ущерб наносится литосфере, так как излившаяся нефть начинает впитываться в грунт.

При ликвидации аварийных разливов нефти загрязненный грунт подлежит рекультивации согласно ГОСТ Р 57447-2017 [42].

Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации (ДОСНП) в почвах после проведения рекультивационных и восстановительных работ определяются с учетом природно-климатической зональности, биоресурсной значимости территории, свойств, состава и

					Социальная ответственность	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

характеристики почвы. Значение ДОСНП для болотистой местности может составлять от 2 до 60 г/кг.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Аварийный разлив нефти относится к чрезвычайным ситуациям. При ликвидации разлива возможны следующие более опасные ЧС:

- пожары и взрывы;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) химически опасных веществ;
- разрушения сооружений, гибель людей, значительные потери материальных ценностей.

Работы должны проводиться согласно требованиям ГОСТ Р 22.0.01-2016 [43].

Наиболее распространенными ЧС при ликвидации аварийных разливов являются пожары и взрывы.

Противопожарная защита должна достигаться применением одного из следующих способов или их комбинацией:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- применением основных строительных конструкций и материалов с нормированными показателями пожарной опасности;
- устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара;
- организацией с помощью технических средств, включая автоматические, своевременного оповещения и эвакуации людей;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;
- применением средств противодымной защиты.

					Социальная ответственность	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Согласно [44] класс возможного пожара В – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов. К первичным средствам пожаротушения относятся все виды переносных и передвижных огнетушителей, оборудование пожарных кранов, ящики с порошковыми составами (песок, перлит и т. п.), а также огнестойкие ткани (асбестовое полотно, кошма, войлок и т. п.).

Вывод по разделу

В представленном разделе были рассмотрены вопросы социальной ответственности, к которым относятся профессиональная социальная безопасность, экологическая безопасность, а также безопасность в ЧС и правовые и организационные аспекты обеспечения безопасности.

Ликвидация аварийных разливов нефти включает работу с источниками вредного и опасного воздействия на человека. К ним относятся повышенный уровень шума; повышенный уровень общей вибрации; вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм; физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса; нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса, действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования, а также факторы, связанные с электрическим током.

По уровню энергозатрат категория работ по ликвидации аварийных разливов – III – работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

Рабочая зона находится в пожароопасной зоне класса П–III и взрывоопасной зоне класса В-Iг (расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества).

					Социальная ответственность	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Для проведения работ по ликвидации аварийных разливов нефти требуется группа допуска по электробезопасности выше III.

Наибольшее негативное воздействие при аварийном разливе нефти оказывается на литосферу, так как при разливах нефти на линейной части нефтепровода нефть начинает проникать в грунт и для ликвидации загрязнения необходимо провести рекультивацию земель.

					Социальная ответственность	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены способы и методы локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов как на суше, так и на воде. Представлены материалы и средства, используемые при локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Рассмотрены причины и сценарии возникновения аварийных разливов. Приведена последовательность действий при возникновении АР нефти.

В работе был произведен расчет объемов разлива нефти при аварии на нефтепроводе с внутренним диаметром $d_{\text{вн}} = 150$ мм. Расход нефти в неповрежденном нефтепроводе при работающих насосных станциях $Q_0 = 0,8$ м³/с, при повреждении расход вырос на $\Delta = 0,2$ м³/с и составил $Q' = 1,0$ м³/с. Протяженность аварийного участка нефтепровода между двумя насосными станциями 100 км, расстояние от насосной станции до места повреждения 50 км. Согласно расчетам, объем разлившейся нефти $V = 2417,78$ м³, масса $M = 2018,85$ тонн. При площади загрязнения $S = 30000$ м² и глубине проникновения нефти в суглинок $h = 0,4$ м объем нефтенасыщенного грунта, подлежащего рекультивации составляет $V_{\text{гр}} = 12000$ м³.

Установлено, что для устранения разлива нефти необходима специальная техника и материалы как: мотопомпа, нефтесборное оборудование, резервуар разборный для временного хранения нефти, вакуумная машина, сорбенты и биопрепарат для рекультивации загрязненных земель.

В работе определена ресурсоэффективность исследования и рассмотрены вопросы социальной ответственности при ликвидации аварийных разливов нефти.

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						100	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. М., 2006. – 306 с.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 августа 2000 года N 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов»
3. Скворцов, А. П. Способы очистки почвы после аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / А. П. Скворцов // Политехнический молодежный журнал. – 2020. – № 2(43). – С. 8. – DOI 10.18698/2541-8009-2020-2-580.
4. Письмо «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 27 декабря 1993 года N 04-25.
5. Журавель, В. И. Анализ технических требований к судовым системам ликвидации разливов нефти в условиях замерзающих морей / В. И. Журавель, М. Н. Мансуров, А. В. Маричев // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2007. – № 1. – С. 31.
6. Измайлов В.В. Трансформация нефтяных пленок в системе «океан– лед–атмосфера». Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана. Т. 9. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 145 с.
7. Альхименко А.И. Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними. / СПб: ОМ-Пресс, 2004. - 113 с.
8. Положения об организации аварийно-спасательного обеспечения на морском транспорте (утверждено приказом Минтранса РФ от 07.06.99 г. № 32 в ред. приказа Минтранса РФ от 11.02.2005 № 9).

					Ликвидация аварийных разливов нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Левченко С.В.				Список использованных источников	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков В.П.						101	104
Рук. ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела з-2Б7А		

9. РД 153-39.4-114-01 «Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах».

10. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие/ В.Ф.Мартынюк, Б.П. Прусенко; Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина. – Нефть и газ, 2003. 336 с.

11. Гвоздиков В.К., Захаров В.М. Технические средства ликвидации разливов нефтепродуктов на морях, реках и водоемах: Справочное пособие. – Ростов-на-Дону, 2009.

12. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований 2006 – 528 с.

13. Гвоздиков В.К., Захаров В.М. Технические средства ликвидации разливов нефтепродуктов на морях, реках и водоемах: Справочное пособие. – Ростов-на-Дону, 2009.

14. Каменщиков Ф.А. Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. – МоскваИжевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2005. – 268 с.

15. Серия докладов IPИЕСА. 5-й том. Диспергаторы и их роль в ликвидации разливов нефти. 2-е издание, ноябрь 2001 год.

16. Вылкован А.И., Венцюлис Л.С, Зайцев В.М., Филатов В.Д. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научнопрактическое пособие. – СПб.: Центр-Техинформ, 2011. – 341 с.

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

18. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Справочник. М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2003. 258 с.

19. «Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах» (утв. Минтопэнерго РФ 01.11.1995).

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		102

20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018);

21. ГОСТ EN 894-1-2012 Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 1. Общие руководящие принципы при взаимодействии оператора с индикаторами и органами управления

22. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

23. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

24. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

25. ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

26. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

27. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

28. ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

29. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

30. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

31. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

32. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция.

33. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

					Список использованных источников	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

34. ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (с Поправкой)

35. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные

36. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

37. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

38. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» На основании Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 14, ст.

39. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (с изменениями на 26 июня 2021 года).

40. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

41. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.

42. ГОСТ Р 57447-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

43. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.

44. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

					Список использованных источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		104