

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ТЕХНОЛОГИЯ СБОРА РАЗЛИВОВ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА
УДК 504.5:665.6(211-17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Павлова Татьяна Георгиевна		18.06.2019

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крец Виктор Георгиевич	к.т.н.		18.06.2019

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	д.и.н, доцент		18.06.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			18.06.2019

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Брусник Олег Владимирович	к.п.н., доцент		18.06.2019

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

21.03.01 Нефтегазовое дело

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 универсальными, 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	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<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	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
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	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<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	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<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	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).</i>
<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	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
		<i>стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>

Школа Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

(Подпись) _____
(Дата) Брусник О.В.
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Павловой Татьяне Георгиевне

Тема работы:

«Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

6.02.2019 г., 931/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

17.06.2019г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Объект исследования – методы локализации и ликвидации аварийного разлива нефти в условиях Крайнего Севера;

Предмет исследования – подводный магистральный трубопровод длиной 46 км и диаметром 355 мм участка платформа «ПА-А» – объединённый береговой технологический комплекс.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой

Обзор литературных источников по проблеме отсутствия четкой схемы ликвидации аварийных разливов в условиях Крайнего Севера;

Изучение методов локализации, сбора и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера;
Расчёт ущерба окружающей среде, количества

<i>области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	вытекшей нефти, вследствие аварийного разлива нефти из подводного трубопровода; Разработка разделов «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» и «социальная ответственность». Заключение и выводы по работе.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубникова Н.В., профессор отделения СГН
«Социальная ответственность»	Черемискина М.С., ассистент
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	21.12.2018 г.

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крец В.Г.	к.т.н.		21.12.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Павлова Т.Г.		21.12.2018 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Павловой Татьяне Георгиевне

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

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Виды и стоимость ресурсов: Материально-технические ресурсы: 1937 руб.; Человеческие ресурсы: 2 человека, общая стоимость суммы зарплат и отчислений на социальные нужды – 248563 руб.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: 30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. -Ставка налога на прибыль 20 %; -Страховые взносы 27.1%; -Налог на добавленную стоимость 20%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Проведение предпроектного анализа; Определение целевого рынка и проведение его сегментирования; Анализ конкурентных технических решений.
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Определение этапов работ; Определение трудоемкости работ; Разработка графика Ганта; Определение затрат и капиталовложений в проведение исследования. Необходимый бюджет 290 580 руб.
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение интегрального показателя эффективности научного исследования; Расчет показателей ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Альтернативы проведения НИ 3. График проведения и бюджет НИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	21.12.2018
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	д.и.н., доцент		21.12.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Павлова Татьяна Георгиевна		21.12.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5А	Павловой Татьяне Георгиевне

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом данного исследования является магистральный трубопровод диаметром 355 мм.. Трубопровод предназначен для транспортировки нефти от нефтедобывающей платформы «Моликпак» до объединенного берегового технологического комплекса. Трубопровод проложен от берега по дну Охотского моря.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1 Анализ вредных факторов, создаваемых объектом исследования 1.2. Анализ вредных факторов, создаваемых объектом исследования	1.1 Проанализировать выявленные вредные физико-химические факторы при ликвидации аварийного разлива нефти, к которым относятся: <ul style="list-style-type: none">– показатели микроклимата;– уровень вибрации;– недостаточная освещенность;– шум;– повышенная загазованность и запыленность;– повреждения, связанные с контактом с животными, насекомыми, пресмыкающимися. Рассмотреть средства коллективной и индивидуальной защиты от наиболее вредных факторов. 1.2 Проанализировать выявленные опасные факторы: <ul style="list-style-type: none">– механические опасности;– электробезопасность.
--	---

<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – проанализировать воздействие объекта на атмосферу (выбросы); – проанализировать воздействие объекта на гидросферу (сбросы); – проанализировать воздействие объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – анализ возможных чрезвычайных ситуаций на объекте и выбор наиболее типичной ситуации; – разработка первичных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – режимы труда и отдыха; – компоновка рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			24.12.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5А	Павлова Татьяна Георгиевна		24.12.2018

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела
 Уровень образования бакалавриат
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2019г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.12.2018	<i>Введение</i>	10
27.12.2018	<i>Обзор литературы</i>	8
14.02.2019	<i>Общая характеристика объекта исследования</i>	7
22.02.2019	<i>Анализ динамики поведения нефтяного разлива в условиях Крайнего Севера</i>	10
05.03.2019	<i>Описание методов обнаружения нефтяных разливов</i>	8
09.04.2019	<i>Анализ технологий локализации и ликвидации разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>	10
30.04.2019	<i>Расчетная часть</i>	7
13.05.2019	<i>Социальная ответственность</i>	10
05.06.2019	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
7.06.2019	<i>Заключение</i>	10
13.06.2019	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крец В.Г.	к.т.н, доцент		17.12.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		17.12.2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 115 стр., 21 рис., 26 табл., 41 источник..

Ключевые слова: локализация, разлив нефти, ликвидация, магистральный нефтепровод, ущерб, шельф, условия Крайнего Севера.

Объектом исследования являются методы локализации и ликвидации аварийного разлива нефти в условиях Крайнего Севера.

Цель работы – анализ методов локализации и ликвидации разлива нефти из трубопровода в районе добывающей платформы «Моликпак» (ПА-А) Пилтун-Астохского месторождения, входящего в состав международного проекта «Сахалин-2» на шельфе Охотского моря (о. Сахалин).

В процессе исследования проводился расчет ущерба окружающей среде при аварии на магистральном трубопроводе, а именно водному объекту и почве, а также расчет количества вылившейся из трубопровода нефти.

В результате исследования был проведен обзор литературы по указанной тематике, выполнены исследования динамики поведения нефти, разлитой в условиях Крайнего Севера, проанализированы методы локализации и ликвидации разливов нефти на континентальном шельфе, а также представлены материалы и средства для ликвидации разлива нефти.

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					11	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

ABSTRACT

Final qualifying work contains 115 p., 21 fig., 26 tab., 41 sources.

Key words: localization, oil spill, liquidation, main oil pipeline, damage, shelf, conditions of the Far North.

Objects of research - methods of localization and exploration of oil in the conditions of the Far North.

The purpose of the work is to analyze the methods of localization and production of oil from the pipeline in the area of the Molikpak production platform (PA-A) of the Piltun-Astokhskoye field, which is part of the Sakhalin-2 international project on the shelf of the Sea of Okhotsk (Sakhalin Island).

In the process of research, the calculation of environmental damage in the event of an accident on the main pipeline was carried out.

As a result of the study of the dynamics of oil and gas behavior in various territories in the Far North, methods for the localization and production of oil on the continental shelf were analyzed, and materials and tools for oil production were presented.

					Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Павлова Т.Г.			Abstract	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.					12	115
Консультант						НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

Обозначения, определения, сокращения

Обозначения

В настоящей выпускной квалификационной работе были применены следующие сокращения:

ЛАРН –ликвидация аварийных разливов нефти

РН – разлив нефти

ПАВ – поверхностно-активные вещества

РЛС – радиолокационные системы

СИЗ – средства индивидуальной защиты

МТ – магистральный трубопровод

МН – магистральный нефтепровод

БЗ – боновые ограждения

ПСП – приемо-сдаточный пункт

ЧС – чрезвычайная ситуация

ВКПР – верхний концентрационный предел распространения

НКПР – нижний концентрационный предел распространения

ПДК – предельно допустимая концентрация

НП – нефтепровод

Определения

Авария на нефтепроводе - внезапный вылив или истечение продукта (опасной жидкости) в результате полного разрушения или частичного повреждения трубопровода, его элементов, оборудования или устройств, сопровождаемые одним или несколькими из следующих событий:

- смертельным травматизмом;
- травмированием с потерей трудоспособности;
- воспламенением опасной жидкости или взрывом ее паров;

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			<i>Обозначения, определения, сокращения</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Креж В.Г.</i>					13	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

- загрязнением любого водотока, реки, озера, водохранилища или другого водоема сверх пределов, установленных стандартом на качество воды, вызвавшим изменение окраски поверхности воды или берегов или приведшим к образованию эмульсии, находящейся ниже уровня воды, или отложений на дне или берегах;

- утечками, составившими 10 м³ и более, а для легкоиспаряющихся жидкостей – превысившими 1 м³ в сутки.

Дефектный участок нефтепровода - участок нефтепровода, содержащий один или более дефектов.

Инцидент - отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасных производственных объектах.

Отказ - прекращение выполнения функций оборудования по причине выхода из строя его отдельных узлов и деталей.

Отклонение - выход фактического параметра за границы установленных пределов (за пределы установленного минимально- допустимого значения, а также за пределы установленного максимально допустимого значения).

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 смеси их добычи до установок комплексной подготовки.

Разлив нефти - это сброс сырой нефти, нефтепродуктов, смазочных материалов, смесей, содержащих нефть, и очищенных углеводородов в окружающую среду, произошедший в результате аварийной ситуации при добыче, транспортировке и хранении нефти.

					Обозначения, определения, сокращения	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	17
Обзор литературы	19
1. Общая характеристика территории Крайнего Севера	21
1.1. Характеристика района острова Сахалин.....	22
1.2. Характеристика добывающей платформы и трубопровода.....	22
2. Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера.....	27
2.1. Особенности распространения нефтяного пятна на суше	27
2.2. Характеристика поведения нефтяных разливов в акваториях.....	28
2.2.1. Распространение нефтяного пятна в различных условиях.....	30
2.2.2. Движение нефтяного пятна.....	34
2.2.3. Естественное просачивание углеводородов на поверхность	35
2.2.4. Выветривание нефти и влияние на неё зимних условий	36
2.2.5. Вмерзшая в лед нефть в условиях таяния	39
3. Методы обнаружения аварийных разливов нефти	41
3.1. Визуальные методы	41
3.2. Параметрические методы.....	41
3.3. Дистанционные методы.....	42
4. Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера.....	43
4.1. Локализация и сбор разлитой нефти на водной поверхности и в ледовых условиях... 43	
4.1.1. Локализация разлива нефти на поверхности льда	44
4.1.2. Локализация разлива нефти с помощью боновых заграждений	45
4.1.3. Применение скиммеров для сбора нефти.....	51
4.1.4. Применение сорбентов для локализации нефтяного разлива	55
4.2. Методы ликвидации разливов нефти.....	59
4.2.1. Сжигание нефти на месте разлива.....	59
4.2.2. Применение диспергентов.....	62
4.3. Очистка береговой линии.....	64
5. Расчётная часть	66
5.1. Оценка факторов, определяющих величину ущерба окружающей среде при авариях на нефтепроводах.....	68

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>				15	115
<i>Консультант</i>					<i>Оглавление</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>			<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		

5.2. Определение количества нефти, вылившейся из нефтепровода вследствие аварии	68
5.3. Оценка степени загрязнения земель	71
5.4. Оценка степени загрязнения водных объектов	72
5.5. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха.....	73
5.6. Баланс количества вылившейся и потерянной нефти	74
5.7. Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения земель.....	74
5.8. Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения нефтью водных объектов	75
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	76
6.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	76
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	77
6.1.2. Анализ конкурентных технических решений	78
6.1.3. Технология QuaD	80
6.2. Планирование научно-исследовательской работы.....	82
6.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	82
6.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ	83
6.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	84
6.2.4. Бюджет научно-технического исследования	88
6.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	93
7. Социальная ответственность	97
7.1. Производственная безопасность	97
7.1.1 Анализ вредных производственных факторов обоснование мероприятий по их устранению.....	98
7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	101
7.2. Экологическая безопасность.....	103
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	104
7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	107
Заключение.....	110
Список использованных источников	111

Введение

С течением времени запасы природных ресурсов месторождений центральных регионов России постепенно истощаются, что влечет за собой интенсификацию нефтепоисковых работ в менее освоенных районах, таких как районы Крайнего Севера, арктическое побережье и континентальный шельф Российской Федерации.

Несмотря на сложившуюся экономическую и политическую ситуацию в мире, количество проектов и исследований, нацеленных на освоение ресурсов труднодоступных районов, стремительно растет, что приводит к увеличению необходимости создания современного комплекса мер по предупреждению, своевременному обнаружению и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера. К сожалению, применение новейших технологий на всех этапах добычи, хранения и транспортировки нефти, а также соблюдение строгих требований безопасности не обеспечивают гарантии на отсутствие инцидентов, аварий или катастроф на любом этапе.

Существует множество источников разливов нефти: утечки из резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, фонтанирующие во время разведки или добычи скважины, механические деформации трубопроводов, перекачивающих нефтепродукты как на суше, так и в акваториях, а также аварии с участием судов, автомобилей и железнодорожных цистерн, доставляющих нефть. Климатические условия районов Крайнего Севера, наличие такого явления, как полярная ночь, проблемы с логистикой, защита окружающей среды усложняют и без того трудный процесс ликвидации разливов нефти. Каждое из вышеперечисленных условий может оказаться фактором, снижающим эффективность процесса локализации и ликвидации разливов нефти, но в то же время некоторые особенности окружающей среды упрощают данные процессы.

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>						
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					17	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Цель работы: анализ методов локализации и ликвидации разлива нефти из трубопровода в районе добывающей платформы «Моликпак» (ПА-А) Пильтун-Астохского месторождения, входящего в состав международного проекта «Сахалин-2» на шельфе Охотского моря (о. Сахалин).

Для достижения поставленной цели были рассмотрены следующие задачи:

1. Дать общую характеристику району шельфа Охотского моря и о. Сахалин.
2. Провести исследование динамики поведения нефти, разлитой в условиях Крайнего Севера.
3. Проанализировать методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на территориях Крайнего Севера.
4. Создать модель и провести расчет ущерба окружающей среде при аварии на магистральном трубопроводе.

Объект исследования: методы локализации и ликвидации аварийного разлива нефти в условиях Крайнего Севера.

Предмет исследования: подводный магистральный трубопровод длиной 46 км и диаметром 355 мм участка платформа «ПА-А» – объединенный береговой технологический комплекс.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
						18
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Обзор литературы

Несмотря на достаточную изученность области строительства и проектирования магистральных нефтепроводных систем, к сожалению, нельзя исключить возможности возникновения аварийной ситуации.

Суровые условия территории Крайнего Севера создают дополнительные трудности, которые связаны с защитой окружающей среды, комфортной работой сотрудников и труднодоступностью региона. Поэтому проблемы ликвидации аварийных разливов нефти являются очень актуальными и требуют особого внимания. Отсутствие единой нормативно-технической базы документации осложняет процесс предупреждения и локализации аварийных разливов нефти. Чтобы достичь высоких результатов в области предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов ведутся постоянные работы в области совершенствования нормативно-технической документации, создаются методики, проводятся анализы состояния нефтепроводных систем, публикуются соответствующие выводы, создаются и рассчитываются планы ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

Так как территория Крайнего Севера занимает большую площадь нашей страны, а также находится на континентальном шельфе, разделяя право пользоваться природными ресурсами с соседними государствами, в основе данной работы проведен анализ иностранных источников, таких как руководства по ликвидации аварийных разливов нефти компании ЭксонМобил, совместные работы Норвегии и России в Норвежской Ассоциации партнеров в нефтегазовой промышленности ИНТСОК, отчеты Всемирного Фонда дикой природы и другие.

Такие авторы как Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. рассматривают данные вопросы своевременного выполнения комплекса мер

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			<i>Обзор литературы</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					19	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

по предупреждению аварий на трубопроводе в своей публикации [1].

Научные журналы все чаще публикуют статьи, где описывается анализ аварий на нефтепроводе, риски возникновения аварий и оценка влияния на окружающую среду [3-5]. С каждым годом увеличивается количество разрабатываемых месторождений в районах Крайнего Севера, растет темп добычи нефти на континентальном шельфе, из-за чего вопрос о ликвидации аварийных разливов нефти становится все более актуальным.

В книге Альхименко А.И. [2] рассмотрены наиболее распространенные способы ликвидации последствий аварийных разливов. Приведены технологии их ликвидации, применяющиеся как в России, так и за рубежом. Даны основные параметры оборудования для борьбы с последствиями разливов и их предупреждения. Проведена оценка экологической безопасности акваторий морского шельфа.

Такие зарубежные ученые как Дэвид Дикинс, Стивен Поттер и Иан Бьюст раскрывают сложные экологические аспекты при освоении нефтегазоносных месторождений на арктическом шельфе. В своих научных статьях и публикациях они описывают динамику поведения нефти в северных условиях, методы и средства для ликвидации разливов нефти, а также проводят многочисленные экспериментальные исследования разливов нефти на арктическом шельфе [13-14].

Компания ПАО «Транснефть» разрабатывает регламенты об организации контроля за ликвидацией последствий аварий, связанных с экологическим ущербом окружающей среде [11], а также регламенты о порядке применения методик расчета окружающей среде при авариях на нефтепроводах [12].

В ходе работы была просмотрена нормативно-техническая документация, связанная с ликвидацией аварийных разливов на воде [6-8].

Специального документа по локализации и ликвидации аварийных разливов в условиях Крайнего Севера в настоящее время нет, хотя проблема такая есть и она с течением времени все настоятельнее требует своего решения.

					Обзор литературы	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Общая характеристика территории Крайнего Севера

Крайний Север – это часть территории России, которая находится к северу от Северного Полярного круга и занимает площадь около 2,2 млн км², где климатические условия чрезвычайно суровы. В территории Крайнего Севера входят тундра, лесотундра, арктическая зона и районы северной тайги. К основным особенностям данной территории относятся низкий уровень радиационного баланса, отрицательная среднегодовая температура и, соответственно, близкие к 0°С средние температуры летнего периода, широко распространенные ледники и многолетняя мерзлота, мощность которой достигает до 500 м, а также наличие слоя сезонного оттаивания, не превышающего 70 см.

Реки начинают замерзать осенью на долгий период. На материке реки замерзают в октябре и освобождаются ото льда в мае – июне, а на островах реки покрываются льдом уже в начале сентября и вскрываются в середине июля. Также, и на материке, и на островах находится большое количество озёр.

Значительную часть территории Крайнего Севера занимают арктические почвы, имеющие близкую к нейтральной либо слабокислую реакцию. В тундровой зоне преимущественно преобладают тундровые почвы.

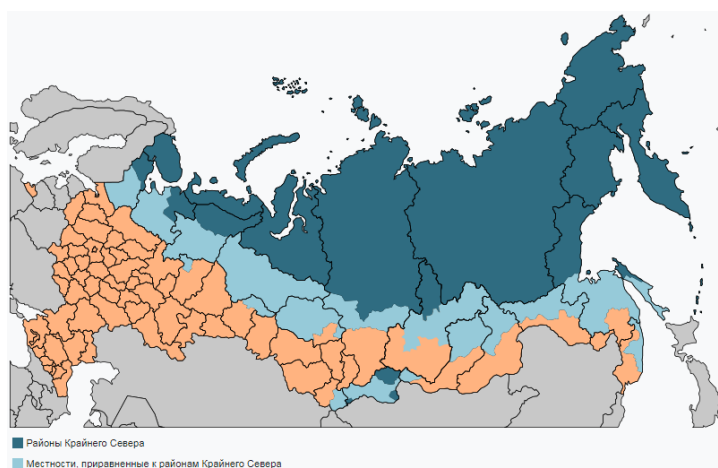


Рисунок 1 – Карта районов Крайнего Севера на территории РФ

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			<i>Общая характеристика территории Крайнего Севера</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					21	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

1.1. Характеристика района острова Сахалин

Сахалин – самый крупный остров Российской Федерации, площадью 76,4 тыс. км², омываемый Охотским и Японским морями с восточного и западного побережья соответственно. Остров от материковой Азии отделяет Татарский пролив, а пролив Лаперуза – от японского о. Хоккайдо.

Климат острова умеренно-муссонный, морской с долгой многоснежной зимой и непродолжительным летом, среднегодовая температура составляет -1,5°С. Среднегодовая норма осадков в зависимости от района острова составляет от 600 до 1000 мм. Из-за меридиональной вытянутости острова прослеживается неоднородность климата, почвенной структуры и распределения природных ресурсов, а также типа местности.

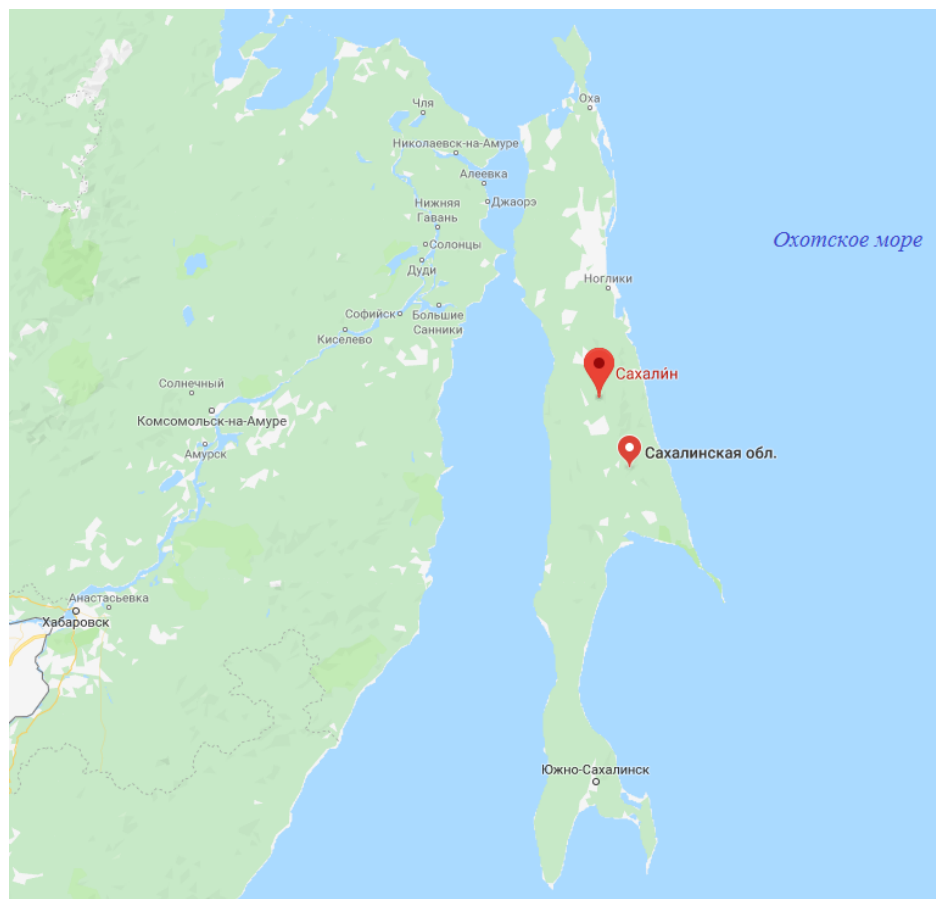


Рисунок 2 – Карта острова Сахалин

1.2. Характеристика добывающей платформы и трубопровода

Платформа «Моликпак» (ПА-А) – первая морская нефтедобывающая платформа на территории Российской Федерации, которая начала добычу шельфовой нефти в 1999 году на Пильтун-Астохском нефтяном месторождении

					Лист
					22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Общая характеристика территории Крайнего Севера

компании Сахалин Энерджи, расположенного на континентальном шельфе Охотского моря у северо-восточного берега острова Сахалин, вблизи города Оха, в 16 км от побережья. Данная платформа является частью крупного международного проекта «Сахалин-2». Глубина моря на месте установки составляет 32 м. Лед мощностью до 2 м часто образует отрывные ледовые поля, перемещающиеся со скоростью до 1,67 м/с вдоль берега, что создает сложный режим работы месторождения. Месторасположение платформы показано на рисунке 3.

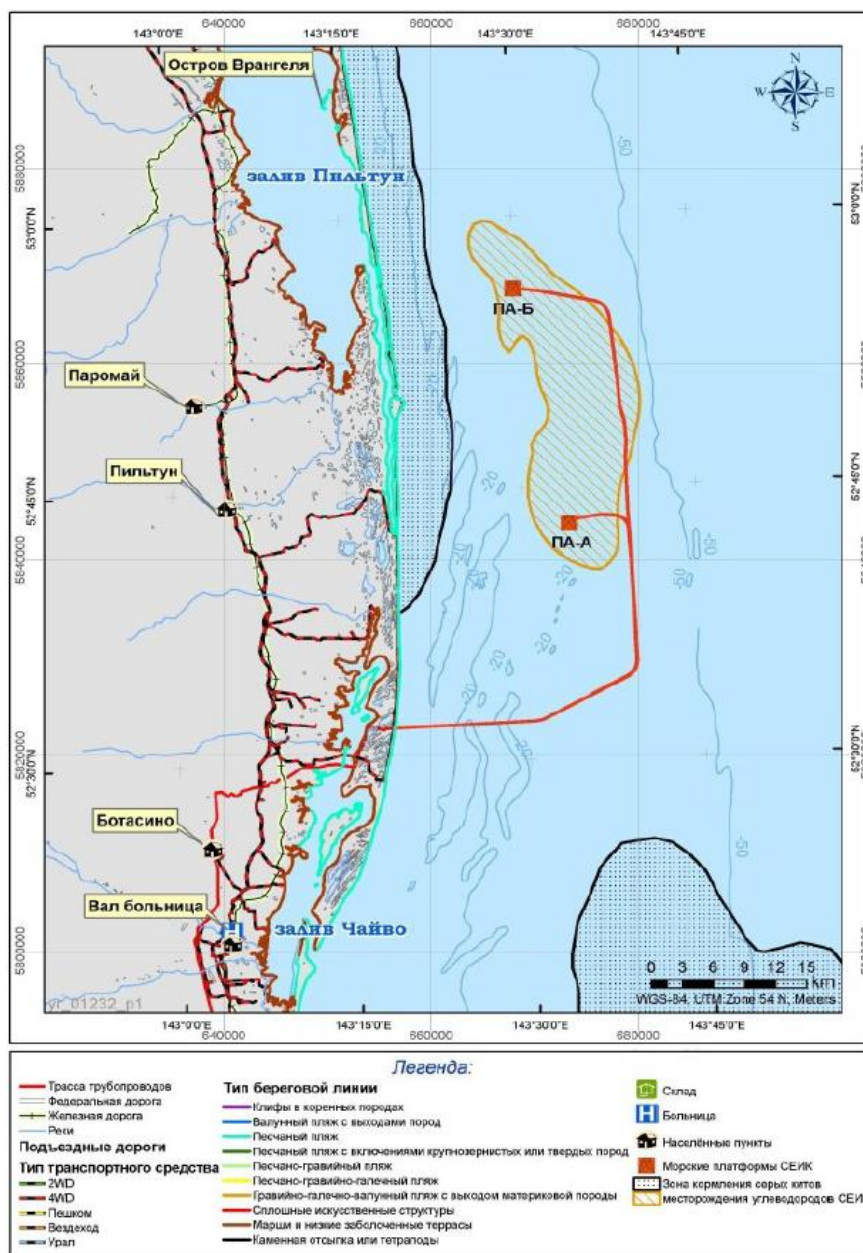


Рисунок 3 – Карта-схема расположения объектов обустройства месторождения Пильтун-Астохское

Данная платформа стоит на кессоне с заполненным песком центром, обеспечивающим прочное закрепление платформы на морском дне. Оборудование, находящееся в открытой зоне, оснащено устройствами защиты от низких температур и обледенения, а закрытые рабочие зоны оборудованы системами контроля вентиляции и температуры.

Основные характеристики платформы: ширина квадратного основания 120 м, масса платформы 37 500 т. В состав платформы входят следующие эксплуатационные скважины: 13 нефтедобывающих, 1 нагнетательная скважина для газа, 4 нагнетательные скважины для воды и 1 нагнетательная скважина для бурового шлама.

Производственная мощность добычи нефти примерно 11 538 т/сут, а попутного газа 1,7 млн. м³/сут.



Рисунок 4 – Внешний вид морской платформы ПА-А

Круглогодично у морской платформы дежурят ледокольные суда «Икалук» с мощностью двигательных установок 14900 л.с. (4x2470 кВт) и «Видар-Викинг» с мощностью двигательных установок 19000 л.с. (4x3540 кВт), а также ледокольное судно Пасифик Эндеворс мощностью основной

					Общая характеристика территории Крайнего Севера	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

двигательной установки 23 200 л.с. (4x4320 кВт), который производит снабжение платформы.

Платформу «ПА-А» и береговые сооружения связывают подводные трубопроводы диаметром 355 мм, протяженностью 46 км с максимальным объемом прокачки 596 м³/час, которые входят в состав Транссахалинской трубопроводной системы, изображенной на рисунке 5. Данные трубопроводы оборудованы дистанционными системами обнаружения утечек нефти и не имеют промежуточных задвижек. Трубопроводы Транссахалинской системы транспортируют углеводороды с месторождений севера Сахалина на объединенный береговой технологический комплекс (ОБТК), на терминал отгрузки нефти и на завод по производству сжиженного природного газа.

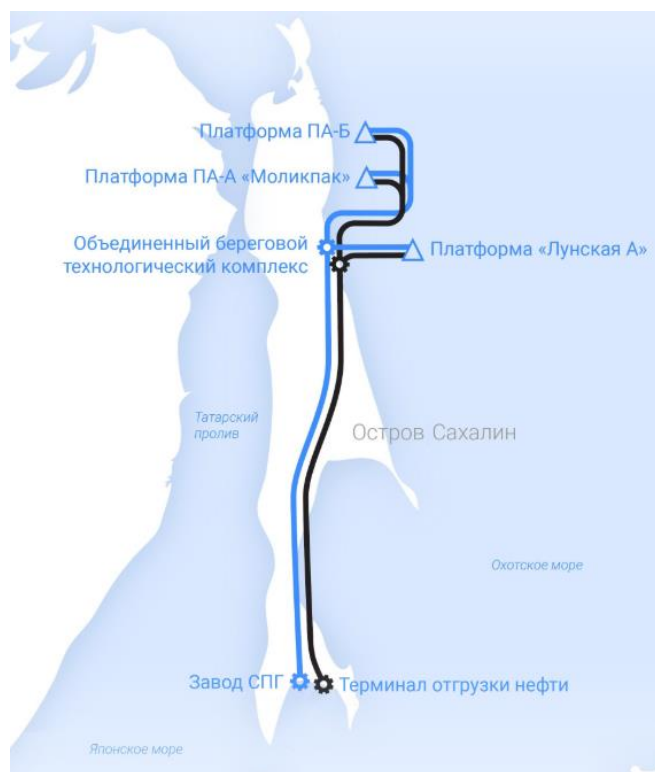


Рисунок 5 – Карта Транссахалинской трубопроводной системы

На состояние конца 2018 года, платформа «Моликпак» включала 16 нефтедобывающих скважин, 7 скважин для нагнетания воды и одну скважину для обратной закачки буровых отходов в пласт. Преимущественным методом добычи нефти на данной платформе является газлифтный способ.

Сорт нефти, добываемой на данном месторождении, получил название «Витязь», как называли производственно-добывающий комплекс проекта

					Лист
					25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Общая характеристика территории Крайнего Севера

«Сахалин-2» на первом этапе мероприятий по добыче нефти до 2008 года. Данная нефть имеет высокие эксплуатационные характеристики, благодаря низкому содержанию серы (0,18%) и небольшому значению плотности (820-823 кг/м³). Также в 2015 году был представлен новый сорт нефти SakhalinBlend, который является смесью сорта «Витязь» с газовым конденсатом, добываемым с газоконденсатного месторождения Киринское. Преимущество нефти этого сорта – значительный выход фракций бензина и дизельного топлива при переработке нефти.

Первая морская нефтедобывающая платформа «Моликпак» является стратегически важным объектом международного проекта «Сахалин-2», обеспечивающим экономическую устойчивость региону и стране на мировой арене.

					Общая характеристика территории Крайнего Севера	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера

2.1. Особенности распространения нефтяного пятна на суше

Отличительной особенностью территорий Крайнего Севера является наличие многолетнемерзлых пород, а на территории акваторий – льдов и айсбергов. Многолетнемерзлые породы – это породы, которые находятся в условиях отрицательных температур и содержащие лед в составе, который не оттаивает в течение длительного времени, но не менее двух лет подряд.

По вертикали многолетнемерзлые породы подразделяются на три слоя:

1. Слой сезонного оттаивания и промерзания мощностью до 5 метров.

Непостоянство температур приводит к сезонным пучениям и осадке грунтов.

2. Слой годовых колебаний температур мощностью до 30 метров.

Известно, что данному слою свойственна высокая степень льдистости, а также перманентность отрицательных температур в нижней части слоя (до минус 4–5°C) и сезонные скачки низких температур в главной части слоя от 0С до минусовых температур, тяготеющих к среднезимним.

3. Многолетнемерзлая толща (вечная мерзлота). Отличается перманентностью минусовых температур, которые не зависят от сезонных скачков температур на дневной поверхности. Наиболее низкие температуры обычно характерны для верхней части толщи (до минус 4–5°C). По силе эта толща составляет основную и большую часть разреза многолетней мерзлоты.

Водофизические, электрические, фильтрационные, прочностные, теплофизические и другие свойства пород определяются отрицательной температурой и наличием льда в области многолетней мерзлоты.

Для вечной мерзлоты среднегодовая температура составляет от -7°C до -10°C. Лёд в мерзлом грунте может выполнять функцию породообразующей части как цемент, в виде скоплений и кристаллов, что может сдерживать проникновение нефтяного разлива в грунт.

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			<i>Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					27	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

В зависимости от географического местоположения и времени года верхний слой многолетнемерзлого грунта может оттаивать. Тогда лёд, который ранее выполнял роль цемента грунта, тает, превращаясь в воду и образует чаши оттаивания, пучения и другие видоизменения грунта. В этом случае нефть, проникая в грунт, может попасть в данные воды, что уже несет большой ущерб окружающей среде и затрудняет процесс ликвидации аварийного разлива.

Среднегодовая температура, которая чаще ниже нуля, способствует повышению вязкости нефти, что снижает скорость её растекания при разливе и проникновения в грунт.



Рисунок 6 – Карта распространения многолетнемерзлых пород на территории Российской Федерации

2.2. Характеристика поведения нефтяных разливов в акваториях

При любых обстоятельствах задача ликвидации разлива нефти сложна. Низкие температуры и наличие льда могут дать больше времени на реализацию стратегии реагирования, или, как часто говорят, расширить «окно возможностей». Хотя наличие льда еще более усложняет проведение оценки и ликвидации разлива нефти, оно может также облегчить локализацию и сбор разлитой нефти. Скорость ликвидации разлива на свободной ото льда воде

имеет критически важное значение, поскольку сила тяжести, ветер и течения могут быстрее распространить нефть по поверхности моря, чем при разливе на льду или суше, что усложняет локализацию разлива и сбор нефти. С другой стороны, лед может способствовать естественной локализации разлива, замедлить распространение нефти и, возможно, облегчить задачу ликвидации.

Ледовые покрытия в северных регионах являются очень разнообразными и обычно характеризуются долей площади воды, занимаемой льдом, т.е. так называемой «сплоченностью» льда (рисунок 7). Сплочённость льда — условная величина, которая характеризует степень покрытия поверхности воды дрейфующим льдом. В зависимости от ледовой обстановки и обстоятельств происшествия, разлитая нефть может находиться на поверхности свободной ото льда «открытой» воды, собираться между льдинами, внутри льдин, под ледовым покровом или, в некоторых случаях, скапливаться на их поверхности.

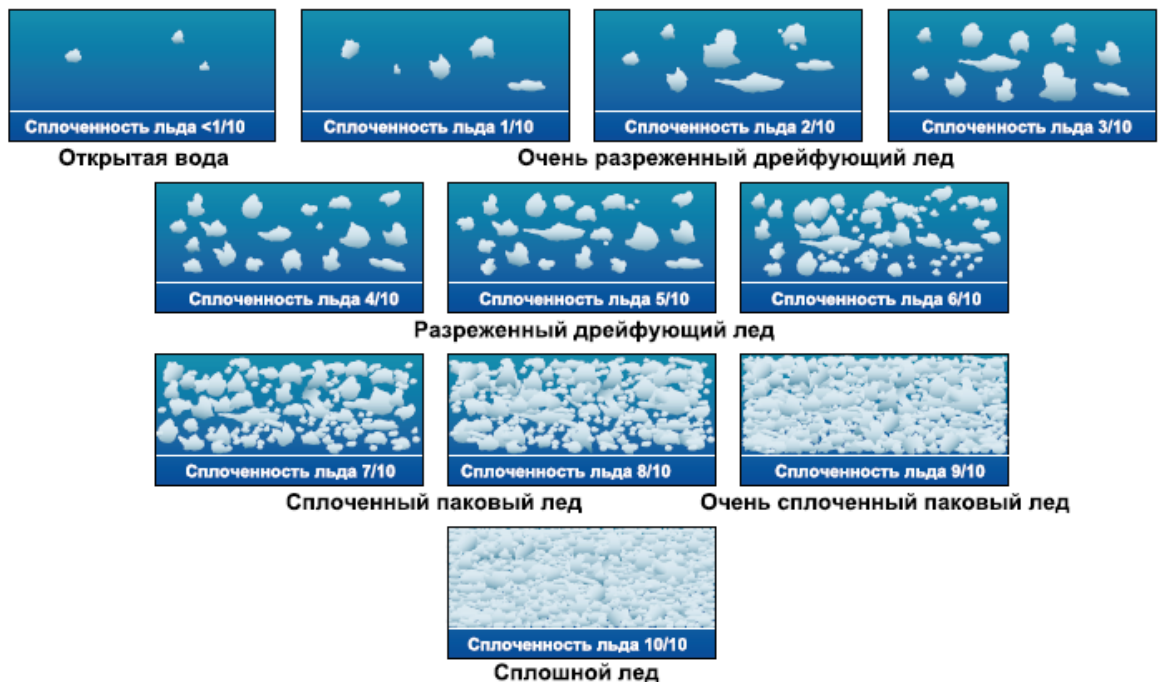


Рисунок 7 – Виды ледового покрытия по сплоченности льда

Установлено, что при сплоченности до 3 баллов дрейфующий лед не оказывает существенного влияния на растекание нефтяного пятна. При достижении теплового баланса нефть начинает налипать на поверхность льда. В разводьях и у кромки льда она скапливается с шугой, смерзается с ней и

входит в состав вновь образующегося покрова и далее продолжает дрейфовать вместе со льдом. Однако уже при сплоченности льда более 50% распространение нефтяного разлива ограничивается пространствами между льдами. Скорость его распространения значительно снижается, а направление движения нефтяного пятна может отклониться от прогнозного направления. При сплоченности льда от 6 до 7 баллов отдельно плавающие льдины начинают соприкасаться друг с другом и сжиматься, значительно ограничивая распространение нефтяного пятна.

2.2.1. Распространение нефтяного пятна в различных условиях

Распространение нефти в холодной воде

При нефтяном разливе на открытой водной поверхности, температура окружающей воды может приближаться к точке потери текучести нефти, то есть к температуре, при которой нефть перестает растекаться. Вследствие повышения вязкости нефтяное пятно на холодной воде обычно толще и занимает меньшую площадь по сравнению с тем, которое было бы на широтах с более умеренным климатом. Под действием волн свежеразлитая нефть может стать еще более вязкой или перейти в эмульсию, что затруднит ее сбор.

Низкие температуры снижают скорость испарения, замедляют выветривание и расширяют «окно возможностей» для реагирования. Таким образом, низкие температуры воды могут дать персоналу по реагированию больше времени на ликвидацию разлива, но энергия волн, которую не снижаем лёд, затруднит процесс сбора локализованного разлива нефти.

Распространение нефти на льду и в снегах

Нефть, разлитая на сплошном льду, распространяется аналогично разливу на земле. На скорость распространения в основном оказывает влияние вязкость нефти, которая при понижении температуры увеличивается, тем самым замедляя скорость распространения.

Неровность поверхности льда определяет итоговую общую площадь загрязнения. Даже у гладкого однолетнего морского льда поверхность достаточно неровная, а дискретные деформации льда, такие как напластование,

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера					

образование ледяных валунов и торосов могут привести к локальному увеличению неровностей, возвышающихся на десятки метров над уровнем моря. Торосы и ледяные заторы могут удерживать нефть, разлитую на ледовую поверхность, полностью в закрытом объеме. Именно поэтому пятна нефти, разлитые на поверхности льда, как правило, имеют на порядок большую толщину, а темп их распространения меньше, чем у подобных нефтяных пятен, распространяющихся на открытой воде.

В период оттепели нефть, находящаяся на поверхности льда, проникает внутрь в силу того, что температура нефти под лучами солнца выше температуры льда и окружающего воздуха. При последующем понижении температуры подтаявший снег и лед образуют ледовую корку поверх нефти, проникшей в лед. При чередовании таких периодов образуется как бы слоеный пласт льда и нефти. Такое местонахождение нефти затрудняет процесс обнаружения разлива, но увеличивает время, необходимое для ликвидации аварийного разлива.

Также на поверхность льда нефть попадает непосредственно из источника разлива, проникая через поры и трещины рыхлого льда, выбрасываясь на лед при раскачивании льдин во время волнения относительно друг друга.

Ровный слой снега, который покрывает лёд, выступает абсорбентом для разлитой нефти, снижая скорость и порядок ее распространения. Также снеговой покров позволяет нефти стекать вниз к слою льда, где разлив растекается под снегом по его поверхности. Одновременно, в зависимости от объема разлива, нефть со снегом могут образовывать вязкую кашу, прогрессируя процесс налипания нефти и осложняя процесс сбора и, соответственно, очистки нефти.

Распространение нефти под сплошным льдом

Нефть подо льдом оказывает более губительное воздействие на морские экосистемы, чем аварийные разливы нефти на свободной поверхности воды.

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера				

Нефть, накопившаяся подо льдом во впадинах, в процессе намерзания льда оказывается в толще, где может находиться до полного таяния льда.

Даже большие разливы сырой нефти под сплошным или непрерывным ледовым покрытием обычно локализуются на относительно небольшом расстоянии от источника разлива (по сравнению с разливом эквивалентного объема нефти на открытой воде), в зависимости от подледных течений и характеристик неровности самого льда. Естественные изменения толщины однолетнего льда в сочетании с такими деформирующими факторами, как образование ледяных валунов и торосов, создают большие естественные резервуары, в которых на относительно малой площади эффективно локализуется нефть, разлитая подо льдом.

Распространение нефти в паковом льду

При более высокой толщине пакового льда наблюдается тенденция к уменьшению распространения нефтяного пятна в сравнении с разливом на открытой воде. При сплоченности льда выше 60 – 70 % льдины касаются друг друга, что приводит к повышению степени естественной локализации разлива. По мере снижения сплоченности льдин, скорость распространения нефти среди разделившихся льдин постепенно увеличивается, пока не достигнет скорости распространения в открытой воде в очень разреженном паковом льду, сплоченностью льда 30% и менее.

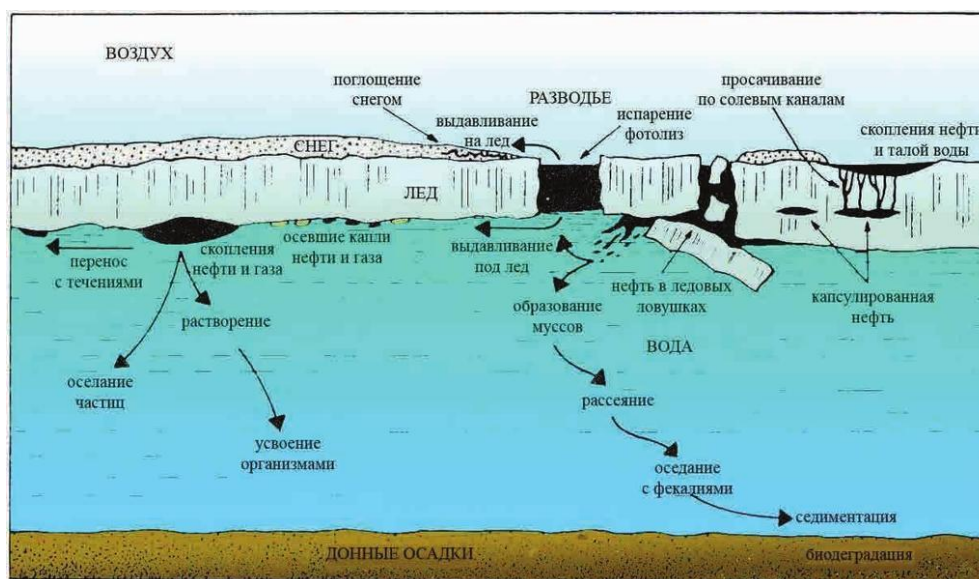


Рисунок 8 – Схема процессов взаимодействия нефти и льда

Нефть, разлитая под однолетним морским льдом

При попадании нефти под растущий морской лед, новая ледовая масса по мере роста ледового покрова вниз (т. е. увеличения его толщины) полностью покрывает льдом нефтяной слой за время от нескольких часов до нескольких дней (в зависимости от сезона). Однако нефть, попавшая под лед позже мая, а в субарктических регионах позже апреля, может не покрываться льдом вследствие недостаточно интенсивного нарастания нового льда. После того как нефть распространилась подо льдом и вмерзла в него, она остается в замкнутом состоянии до тех пор, пока слой льда, под который она вмерзла, не начнет таять весной. В период от замерзания и до середины зимы, когда ледовый покров быстро охлаждается и растет, проникновение нефти в него маловероятно. По мере повышения температуры льда солевой раствор, заключенный между кристаллами морского льда, начинает протекать вниз, оставляя вертикальные каналы, по которым нефть впоследствии поднимается на поверхность.

Скорость миграции нефти быстро возрастает, если суточная температура воздуха превышает точку замерзания. Достигнув поверхности льда, нефть плавает в проталинах или остается на тающих льдинах после того, как с поверхности стечет вода. Под действием ветра нефть формирует более концентрированные пятна по краям отдельно взятых проталин. Еще один процесс, при котором вмерзшая нефть выходит наружу, – это естественное таяние льда по направлению от поверхности вниз (которое называется абляция). Когда абляция достигает уровня, на котором происходило нарастание льда во время разлива, тогда нефть выступает наружу. В ситуациях с толстым слоем легкой нефти во льду, большая ее часть под действием естественной миграции по протаявшим соляным каналам поступает на поверхность льда еще до начала абляции.

Нефть, разлитая под многолетним льдом

Нефть, разлитая под старым льдом (двухлетним или многолетним), задерживается благодаря неровностям нижней поверхности ледового

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера				33

покрова, как это происходит и в случае с однолетним льдом. Но удержание нефти под старым льдом больше по сравнению с гладким однолетним, и может привести к образованию толстых отдельных скоплений нефти: в полевых условиях отмечалась толщина до 19 см. Такая нефть, вмёрзшая под старый лед, как, впрочем, и под однолетний, не подвергается значительному выветриванию. Содержание соли в многолетнем льду гораздо ниже, поэтому в нем отмечается меньшее количество протаявших соляных каналов, а сами они имеют меньший диаметр, поэтому весенняя миграция нефти, заключенной в ледовом покрове, происходит гораздо медленнее. Нефть, разлитая под многолетним льдом, может появиться в проталинах на поверхности, но это случается гораздо позже по сравнению с таянием однолетнего льда.

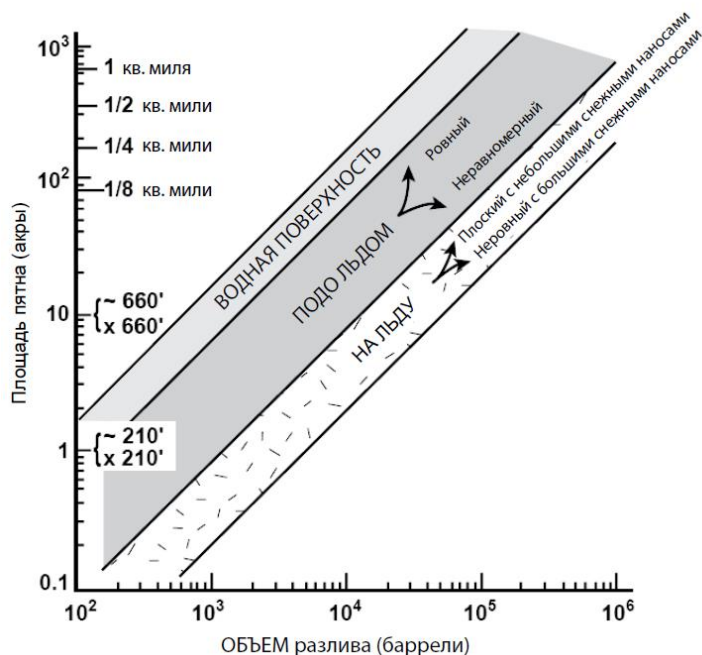


Рисунок 9 – Нефтеудерживающая способность поверхностей в арктических условиях

2.2.2. Движение нефтяного пятна

Разливы на поверхности льда и под ним обычно не могут перемещаться независимо от него, они остаются неподалеку от зоны первоначального контакта, и если лед дрейфует, то нефть будет дрейфовать вместе с ним.

Эксперименты показали, что для перемещения нефти под поверхностью льда необходимо, чтобы скорость течения была от около 5 см/с для гладкого пресноводного льда и до 15–30 см/с – для обычного морского льда. Скорость зимних подледных течений в северных широтах обычно является недостаточной для перемещения разлитой нефти из начальной точки контакта с поверхностью льда. Исключениями являются районы фьордов, где отмечаются сильные приливно-отливные течения, а также районы вблизи дельт крупных речных систем. Но даже тогда неровностей на нижней поверхности льда оказывается достаточно для предотвращения крупномасштабного распространения или перемещения нефти. В разреженных паковых льдах нефть и ледовая масса могут двигаться с различными скоростями и в различных направлениях под изменяющимся воздействием ветра и течений. Присутствие льда и низкая температура воды снижают скорость распространения и дрейфа разлитой нефти. Процессы испарения и эмульгирования в ледовитых водах также замедляются. Аналогично береговой припай препятствует нефти, разлитой в море, достичь береговой линии от момента его замерзания до момента вскрытия ледяного покрова. Во многих районах припай защищают берег до 9 месяцев. В результате воздействия данных факторов, как по отдельности, так и в совокупности, время, имеющееся для организации эффективных мер по ликвидации аварийных разливов, которое называется окном возможности, в арктических условиях может быть больше, чем в более теплых регионах.

2.2.3. Естественное просачивание углеводородов на поверхность

Одним из источников информации о поведении нефти в морской среде являются результаты исследований явлений естественного просачивания углеводородов на поверхность, являющихся самыми крупными источниками попадания нефти в море с ежегодным объемом от 4 до 14 миллионов баррелей. Естественное просачивание на поверхность происходит уже миллионы лет, благодаря которому природа выработала естественный способ разложения

нефти. Эти просачивания подпитываются подземными залежами нефти и газа (рисунок 8).

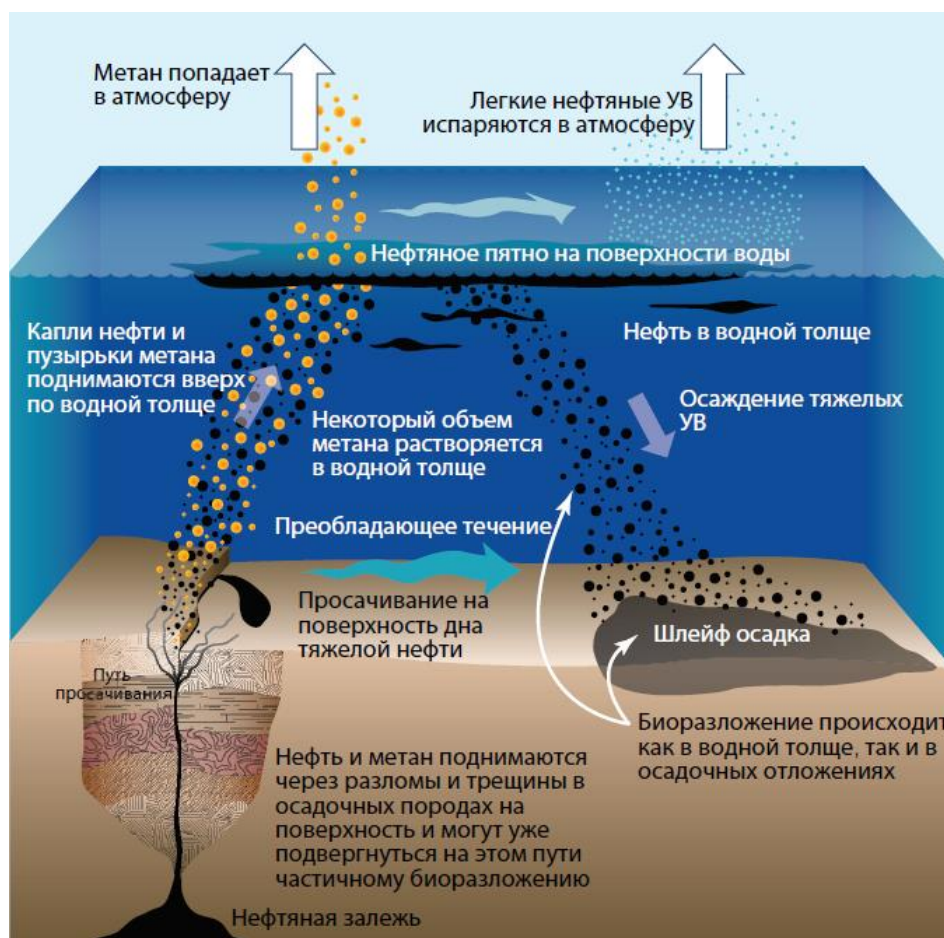


Рисунок 10 – Процесс естественного просачивания УВ на поверхность

2.2.4. Выветривание нефти и влияние на неё зимних условий

К основным процессам выветривания нефти относятся испарение, эмульгирование, естественная дисперсия, растворение и биоразложение. В общих чертах сочетание низких температур и пониженной энергии волн вследствие присутствия льда ведет к снижению скорости выветривания и к увеличению окна возможностей для организации эффективных мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти.

Испарение

Испарение зачастую играет заметную роль в естественном выветривании разлитой нефти и нефтепродуктов сразу после разлива, большинство сортов сырой нефти и нефтепродуктов меньшей плотности, например дизельное топливо или бензин, испаряются интенсивнее, чем более

тяжелые и вязкие сорта нефти (мазут и эмульгированная нефть). Однако нефть, разлитая при отрицательных температурах, испаряется медленнее по сравнению с нефтью при более высоких температурах. Кроме того, скорость испарения разливов нефти, укрытых снегом, снижается еще больше.

Множество экспериментов показало, что нефть, разлитая в паковых льдах, испаряется гораздо медленнее, чем эквивалентный РН на открытой воде, в основном вследствие большей толщины нефтяного пятна в паковых льдах. При разливе нефти на лед зимой происходит ее загустение из-за осаждения растворенных парафинов по мере ее остывания и испарения.

Получившийся в результате толстый слой нефти испаряется заметно медленнее, чем образующаяся при разливах на открытой воде обычно гораздо более тонкая нефтяная пленка.

Эмульгирование и естественная дисперсия

Под воздействием ветра и волн, которые способствуют перемешиванию нефти и воды, происходит образование водонефтяных эмульсий и естественная дисперсия нефтяных пятен в водной толще. Как таковые процессы выветривания гораздо менее распространены во льдах, за исключением пограничной зоны между ледяным полем и открытой водой, либо в условиях, когда взаимодействие между льдинами создает некоторую турбулентность на поверхности воды. Ветровые волны (в противоположность зыби) эффективно гасятся благодаря присутствию пакового льда. Никаких значительных проявлений эмульгирования во льдах или при разливах на лед не наблюдалось, за исключением случаев, когда ледяное поле рассеивалось под воздействием ветровых волн. Естественная дисперсия нефтяных пятен также маловероятна в условиях сплоченного льда. Под действием покачивания льдин или обломков большего размера у их краев может отмечаться временная дисперсия некоторого количества нефти в воде, но в большинстве случаев основная масса получившихся нефтяных капель слишком велика для долговременной дисперсии. Такие капли либо поднимаются и объединяются с нефтью на поверхности, либо осаждаются на нижней стороне льдины.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера					37

Растворение

В сырой нефти содержится незначительное количество компонентов, которые могут раствориться в окружающей воде. Компонентами, подверженными растворению в морской воде, являются легкие ароматические углеводородные соединения, которые также в первую очередь подвержены испарению, причем этот процесс идет в 10–100 раз быстрее, чем растворение. Таким образом, доля растворения относительно незначительна в общем комплексе факторов, и учитывать его следует в основном в случае свежей нефти, образовавшей дисперсию в толще воды. Скорость растворения в холодной воде ниже, чем в более теплых климатических зонах. При инкапсуляции нефти в лед очень малое количество растворимых в воде компонентов нефти может проникнуть к нижней кромке ледового покрова, и их концентрация у нижней кромки льдов, вероятнее всего, будет очень низкой.

Биоразложение

Нефть, разлитая в морской среде, также подвержена биоразложению, химическому разложению под действием бактерий и других биологических факторов. Такой органический материал как нефть может разлагаться аэробно – под действием атмосферного кислорода, или анаэробно – без участия кислорода. Процесс биоразложения снижает вредное воздействие нефти на принимающую среду, поскольку углеводороды непосредственно удаляются, а относительно растворимые в воде компоненты, которые являются наиболее токсичными, разлагаются в первую очередь. Нефть представляет собой сложное соединение химических компонентов различного типа, в основном состоящее из углерода, водорода, кислорода и серы. Массовая доля углерода в нефтепродукте составляет в среднем около 85%. Биоразложение является естественным процессом, в ходе которого микроорганизмы используют нефть в качестве источника пищи и в конечном итоге разлагают ее в основном на углекислый газ и воду.

Таким образом, арктические микроорганизмы способны разлагать нефть при значительно более низких температурах, чем их «родственники» из

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера				

регионов с более теплым климатом. Как показали недавние исследования, бактерии в холодных и глубоководных условиях арктических морей разлагают углеводороды с такой же скоростью, как и в районах с умеренным климатом. Биологические методы очистки (использование микроорганизмов для ликвидации загрязненного разливом участка) доказали свою эффективность в арктических условиях.

2.2.5 Вмерзшая в лед нефть в условиях таяния

При таянии и разрушении ледового покрова нефть, остающаяся в проталинах, попадает в воду в виде тонких пленок, тянущихся подобно шлейфу за дрейфующим разрушающимся льдом. Густая нефть попадает в воду в виде более толстых, не разрастающихся пятен или комков. При сильном волнении начинается эмульгирование и естественная дисперсия нефти. Так как загустевшая нефть особенно стойка к эмульгированию и естественной дисперсии, ее пятна сохраняются гораздо дольше, чем пятна легкой нефти. Однако под действием солнечных лучей загустевшая нефть нагревается до температуры, превышающей температуру окружающей среды, в результате чего нефть вновь может перейти в жидкое состояние. Став жидкой, нефть более интенсивно подвергается эмульгированию, испарению и естественной дисперсии.

Нефть, разлитая непосредственно на паковый лед, весной подвергается практически такому же выветриванию, как и на открытой воде. Нефть, разлитая под дрейфующие льдины, быстро выступает на поверхность льда, просачиваясь через имеющиеся в нем поры, и начинает испаряться. Площадь самих льдин быстро уменьшается под действием ветра и волн, и по мере их разрушения возможно дополнительное высвобождение нефти. Отсутствие больших объемов битого и снегового льда между тающими льдинами в весенних условиях способствует тому, что нефтяные пятна распространяются и испаряются гораздо быстрее, чем в холодное время года. Более высокие весенние температуры также ускоряют испарение. Как только нефтяные пятна подвергаются воздействию волн,

начинаются процессы эмульгирования и естественной дисперсии.

Выводы:

- Присутствие льда и низкая температура повышают вязкость нефти, что замедляет процессы распространения и выветривания разлитой нефти;
- Снег и лед могут эффективно сдерживать нефть на водной поверхности и ограничивать потенциал проникновения нефти в грунт у берегов;
- Нефть, вмерзшая в лед в период его замерзания, обычно возвращается на поверхность при весеннем таянии, под действием процессов абляции или миграции;
- Одновременно можно выделить ряд негативного воздействия льда на ЛАРН, а именно ограниченность доступа к зоне разлива, ограничение выбора методов ликвидации, а также длительное восстановление экологии в условиях Крайнего Севера.

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Динамика поведения разлива нефти в условиях Крайнего Севера				

3. Методы обнаружения аварийных разливов нефти

Для обнаружения аварийных разливов нефти на суше и в акваториях Крайнего Севера применяется ряд методов: визуальные, параметрические и дистанционные методы. Каждый метод применяется при различных условиях разлива, например время, продолжительность, место разлива, а также погодные условия. При использовании данных методов в совокупности, РН может быть обнаружен в считанные часы.

3.1. Визуальные методы

Основными признаками РН в условиях Крайнего Севера являются: изменение цвета растительности, появление радужной плёнки на поверхности воды, видимый выход нефти на поверхность трассы, изменение цвета снежного или ледяного покрова (потемнение). Такие признаки могут быть обнаружены при патрулировании трассы нефтепровода обходчиками, обслуживающим персоналом при проведении работ, путем патрулирования местности на судах или вертолетах, а также посторонними лицами.

В обнаружении РН подо льдом могут принимать участие специально дрессированные собаки, на каждом из которых закреплен передатчик GPS. Собаки способны точно определять местоположение отдельных малых разливов нефти, скрытых под снегом на поверхности льда, а также определять приблизительные размеры более крупных нефтяных разливов.

3.2. Параметрические методы

Метод контроля давления

Данный метод осуществляется на основе показаний манометров, установленных на трассе нефтепровода. Снижение давления более чем на 0,15 МПа от установленного режима перекачки указывает на наличие утечки или повреждения нефтепровода. Изменение давления должно сопровождаться звуковыми и световыми сигналами в операторной НПС.

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			<i>Методы обнаружения аварийных разливов нефти</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					41	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Метод балансового учета нефти

В основе метода лежит сравнение количества откаченной и поступившей нефти на пункт контроля. Метод обнаруживает наличие утечки, величина которой составляет более 2% расхода перекачиваемой нефти по нефтепроводу.

Данные методы определяют только наличие утечки и не указывают на место аварии.

3.3. Дистанционные методы

Одним из наиболее перспективных дистанционных методов контроля северных широт с целью обнаружения нефтяных пленок является применение современных дистанционных технологий, таких как спутниковые радиолокационные системы, системы дистанционного зондирования воздушного базирования, системы поверхностного базирования и интегрированные системы.

Радиолокационные изображения со спутника можно использовать для обнаружения и определения границ нефтяных пятен в районах с присутствием льда, с учетом размера льдины, сплоченности льда, размеров пятна и скорости ветра. Важные преимущества спутниковой радиолокационной станции заключаются в том, что ее можно использовать в темное время суток, в штормовых условиях, а также для обследования больших территорий. РН также можно обнаружить путем облучения поверхности воды или льда ультрафиолетовыми или инфракрасными лучами.

					Методы обнаружения аварийных разливов нефти	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

4. Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера

Значительную часть территории Крайнего Севера занимает континентальный шельф. Почти весь российский шельф располагается в холодных морях Северного Ледовитого океана и Охотского моря. Его протяженность у берегов России составляет 21% всего шельфа Мирового океана. На шельфе содержится четверть наших запасов нефти и половина запасов газа. Распределены они следующим образом: Баренцево море — 49%, Карское — 35%, Охотское — 15%. И лишь менее 1% находится в Балтийском море и на нашем участке Каспия.

Разведанные запасы на шельфе Северного Ледовитого океана составляют 25% мировых запасов углеводородного сырья. Превосходство в добыче природных ресурсов разделяют такие приарктические государства, как Норвегия, США, Дания и Россия. Нефть и газ являются главными статьями нашего экспорта, давая более половины его доходов. Следовательно на данный момент времени разведка и добыча полезных ископаемых на континентальном шельфе является актуальной для нашей страны. Аварийные разливы нефти на континентальном шельфе являются большой проблемой как с политической точки зрения, так и с экологической, поэтому более актуальным является ЛАРН в акватории.

4.1. Локализация и сбор разлитой нефти на водной поверхности и в ледовых условиях

Учитывая географию Крайнего Севера возможны два вида условий на водной поверхности: вода, свободная ото льда и вода, покрытая в различной степени льдом. Исходя из этих условий планируется ряд мер по локализации нефтяного разлива.

Нефть, разлитая на открытой водной поверхности, быстро растекается,

					Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Павлова Т.Г.			Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.					43	115
Консультант						НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

образуя тонкую пленку. В данном случае в первую очередь необходимо осуществить локализацию нефтяного разлива с помощью бонового заграждения, чтобы предотвратить дальнейшее растекание нефтяного пятна и обеспечить максимальную толщину нефтяной пленки для дальнейшего эффективного сбора.

Нефтяное пятно, образовавшееся вследствие разлива в условиях высокой сплоченности льда, часто не требует локализации боновыми заграждениями. Льдины, находящиеся на поверхности являются естественными заграждениями, препятствующими распространению нефтепродуктов, которые позволяют начать немедленно производить работы по сбору нефти.

После локализации нефтяного пятна на водной поверхности наступает этап сбора нефти, который производится двумя методами: механическим и физико-химическим. [9]

Для того чтобы системы механического сбора нефти работали в присутствии сильносплоченного льда, они должны быть оборудованы средствами удаления льда для получения доступа к нефти и эффективного ее сбора. Такие системы также должны быть рассчитаны на работу при низких температурах, поэтому нефтесборщики (скиммеры) оборудуют системами защиты или подогрева, защищающими их от замерзания.

Нефть, скопившаяся подо льдом, может самостоятельно найти место выхода на водную поверхность через карманы, а в случае их отсутствия могут быть сделаны траншеи и шурфы буром, цепной пилой, бульдозером или экскаватором. Они позволяют нефти собираться на поверхности для последующего ее удаления или сжигания. Если для сбора используются трещины, то их можно обложить нефтенепроницаемым пластиком.

4.1.1. Локализация разлива нефти на поверхности льда

Снег и неровности выполняют функцию естественных барьеров. Они ограничивают растекание нефти и могут задерживать её, упрощая процесс механического сбора и сжигания нефти. В случае необходимости дополнительного задержания разлива используют снег, действующий как

					<i>Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

хороший сорбент для нефти. Преграду, созданную из хорошо утрамбованного снега, следует облить водой для образования ледяной корки на верхней и боковых частях для обеспечения ее непроницаемости. Для предотвращения попадания легких фракций нефти можно использовать пластик, которым обкладывают снежную преграду или фанеру для создания барьера. Преграду можно использовать в сочетании с траншеей для остановки и сбора распространяющейся нефти.

При проведении работ на льду требуется соблюдение условий безопасности, представленных в таблице 1 [41]

Таблица 1 – Условия безопасности при проведении работ на льду

Груз	Масса груза, т	Наименьшая безопасная толщина ледяного покрова, см	Наименьшее допустимое расстояние до кромки льда, м
Человек со снаряжением	0,1	10	6
Автомашина грузоподъемностью 1500 кг	3,5	25	19
Автомашина грузоподъемностью >1500 кг	6,5	35	25
Самосвал с грузом или бульдозер	8,5	39	25
Тягач с грузом или трактор	10	55	26
Трактор с грузом	20	50	30
Сверхтяжелый груз	40	100	38

4.1.2. Локализация разлива нефти с помощью боновых заграждений

Боны представляют собой плавающие заграждения, предназначенные для выполнения одной или нескольких из следующих функций: сдерживание и локализация нефти (окружение плавающей нефти для предотвращения ее распространения по водной поверхности и повышение толщины ее слоя для облегчения сбора); изменение направления движения (перенаправление нефти в

соответствующий пункт сбора на береговой линии для ее последующего устранения) и отведение нефти от важных экономических или экологически уязвимых участков, таких как входы в гавань, водозаборные сооружения охлаждающей воды для электростанций, объекты морского фермерства и заповедные зоны.

На открытой водной поверхности более целесообразны надувные боны, которые хранятся и транспортируются на специальных барабанах, что обеспечивает их относительную компактность и быструю установку. Для того чтобы использовать боны в воде, которая содержит крупные образования льда, их изготавливают из прочных и устойчивых к истиранию материалов. Эти материалы должны быть подходящими для эксплуатации при низких температурах и нехрупкими. Рассмотрим классификацию боновых заграждений в таблице 2.[9]

Таблица 2 – Классификация боновых заграждений

Характер действия	Тип боновой конструкции
Оперативный	- Обыкновенное
	- Ледовое (повышенной прочности)
	- Нефтепоглощающее
	- Жесткое
	- Эластичное
	- Принудительно надувное
	- Самораскрывающееся
Стационарный	- С внешним поплавком
	- С внутренним поплавком
	- С разгрузочным торсом
	- Огнестойкое
	- Притопляемое
	- Плавающее
	- Обыкновенное
- Ледовое (повышенной прочности)	
- Жесткое	
- Огнестойкое	

Для оперативной локализации разлива нефти в северных морях применяются боновые заграждения различной длины на буксирных канатах (тросах), которые обеспечивают фактическую ширину охвата нефтяного пятна

90–150 м, они эффективно сдерживают быстрое распространение нефти на большой территории.

Существует несколько конфигураций бонов: J-образная, U-образная и V-образная, которые применяются в данной технологии. Данные боны буксируются с помощью двух судов, к которым они прикреплены тросами. Использование боновых заграждений позволяет не только локализовать разлив, но и увеличить толщину нефтяного пятна, что в дальнейшем ускорит процесс обработки разлива нефтесборщиками.

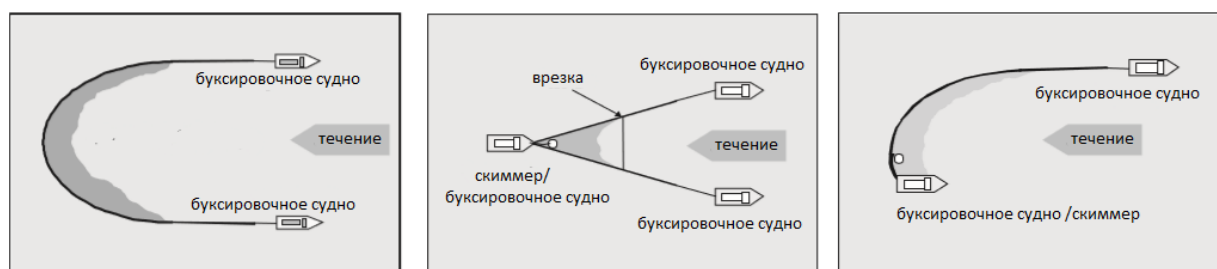


Рисунок 11 – U-, V-, J-конфигурации боновых заграждений

Качество работы бона лучше всего оценивается путем наблюдения. Нефть, протекающая под боном, принимает форму поднимающихся позади бона шариков и капель. Даже при хорошей работе бона может образовываться нефтяная пленка; наличие вихревого движения позади бона означает, что он буксируется слишком быстро.

Для достижения оптимальных результатов суда должны одновременно поддерживать правильную конфигурацию буксируемого бона и необходимую минимальную скорость относительно скорости воды, ниже скорости, при которой происходит утечка нефти.

Идеальное положение буксировочного крюка на борту судна выявляется экспериментальным путем и может при необходимости потребовать переноса в зависимости от курса судна и направления ветра. Обязательным является поддержание своевременной связи между двумя буксирными судами с тем, чтобы оба судна двигались с одинаковой скоростью управляемым и координированным образом. Для координации движения, действий судов и направления их к участкам разлива с наибольшим количеством нефти также

могут использоваться самолеты, оснащенные оборудованием для связи «воздух-море».

При более высокой сплоченности льда используются нефтесборные системы с одним судном, оборудованным выносными бортовыми стрелами, на которых закреплены боны, что позволяет обеспечить максимальный охват пятна нефти для ее сбора. При таком захвате скиммер все время находится в «кармане», образованном боной, что позволяет эффективно собирать нефть, сконцентрированную в ограниченном пространстве. Такие суда могут маневрировать между крупными льдинами при большей концентрации льда.

Несмотря на большое количество типов боновых заграждений, ряд их преимуществ, постоянное улучшение модификаций бонов, а также постоянный мониторинг, часто происходят сбои в работе боновых заграждений, которые представлены на рисунке 13.

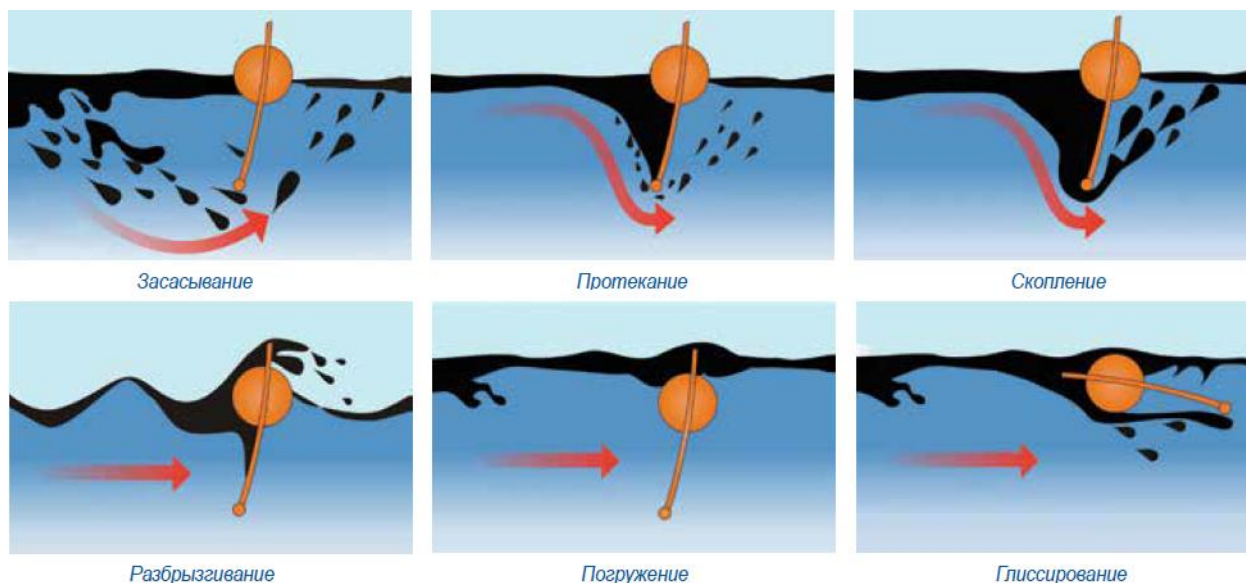


Рисунок 12 – Сбой в работе бонов

При локализации разлива в водах Крайнего Севера используют боны заградительные морские надувные (БЗ-МН). Данный вид бонов главным образом отличается увеличенной высотой заграждения и устойчивостью при волнении, которую обеспечивают надувные поплавки. Благодаря надувным поплавкам боны можно буксировать судами.

БЗ-МН обладает рядом преимуществ:

- двойная надувная камера, устойчивая к проколам и порезам;

- повышенная устойчивость к агрессивной морской среде;
- быстрота и удобство постановки за счет высококачественных специальных клапанов;
- удобство транспортировки, мытья и хранения за счет малого веса и объема;
- удобный и легкий ремонт и обслуживание;
- возможность применения при низких температурах (до -40°C).

Таблица 3 – Эксплуатационные характеристики БЗ-МН

Условия эксплуатации	Значение показателя
Волнение моря, баллы, не более	3
Скорость ветра, м/с, не более	5,5 – 7,9
Скорость течения, м/с, не более	1,5
Температура воздуха, °С	От -40 до +65
Скорость буксировки по водной поверхности, км/ч, не более	5,6
Кол-во бонов, буксируемых в одной нитке, шт, не более	15
Высота слоя нефти, удерживаемая боном, мм, не более	350

Секции заградительных бонов соединяются между собой с помощью Z-образных креплений, установленных стандартом ASTM. [16]

Последовательность установки боновых заграждений:

- 1) Происходит выбор длины бона в зависимости от площади загрязненного участка;
- 2) Начало и конец участка бонового заграждения крепят к носовой части двух буксировочных катеров;
- 3) Определяют наиболее загрязненный участок и начинают очистку открытой акватории

4) Буксиры или катера должны двигаться малым ходом вперед параллельным курсом;

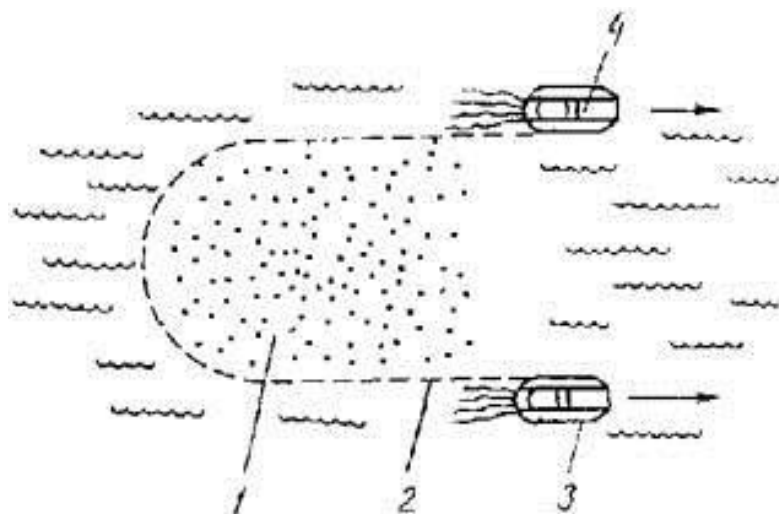


Рисунок 13 – Движение буксиров при очистке акватории:

5) расстояние между буксирами или катерами выбирают из расчета максимального захвата нефтяного пятна;

6) после выхода буксиров за границу нефтяного пятна, один из них останавливается, а другой, описывая циркуляцию, подходит к первому буксиру и швартуется к нему носом к корме;

7) затем на огражденный БЗ участок спускают нефтесборщик (скиммер)[17].

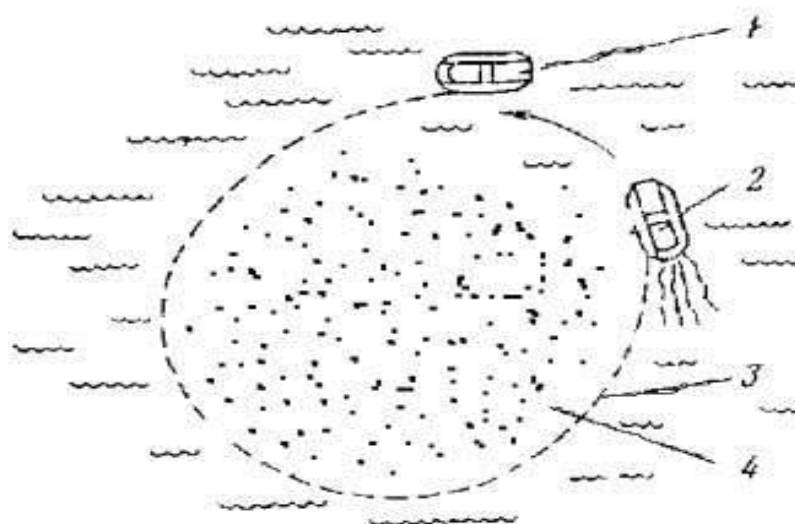


Рисунок 14 – Ограждение загрязненного участка акватории бонами: 1,2 – буксиры; 3 – боновое ограждение; 4 – нефтяное пятно

При наличии битого льда следующий порядок работ по локализации РН:

					Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- 1) обколоть лед вокруг разлива;
- 2) в проход во льду завести БЗ, имеющие повышенную прочность;
- 3) один конец заграждений закрепить к причалу, а другой отводить буксиром от границы разлива, создавая на огражденном участке зону свободной ото льда воды;
- 4) в свободную ото льда зону завести скиммер [17].

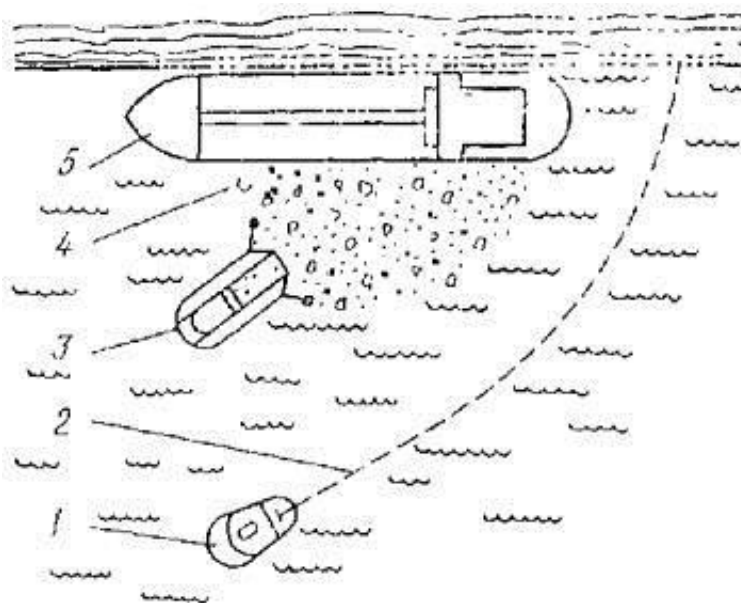


Рисунок 15 – Локализация нефтяного пятна в условия битого льда:
 1 – буксир; 2 – боновые заграждения; 3 – скиммер; 4 – битый лед; 5 – танкер

4.1.3 Применение скиммеров для сбора нефти

Заборное устройство скиммера отводит или собирает нефть с морской поверхности, направляя ее во входное отверстие в насосную систему для перекачки в накопительный бак. Скиммеры спускаются на воду с судов в карманы, образованные БЗ. В ледовых условиях скиммеры работают в специально прорезанных во льду майнах.

Механизмы отвода нефти с поверхности воды включают олеофильные системы, которые основаны на прилипанию нефти к движущейся поверхности, системах засасывания, гравитационных системах водослива (пороговые скиммеры) и системах, которые поднимают нефть с поверхности с помощью

механических черпаков, лент или ковшей. По принципу действия различают олеофильные, пороговые и вакуумные скиммеры. [9]

Олеофильные скиммеры

Олеофильные скиммеры используют механический принцип действия.

В олеофильных скиммерах применяются материалы, привлекающие нефть и отталкивающие воду.

Принцип действия скиммеров олеофильного типа:

1. Вращающийся объект проходит через слой нефть/вода,
2. Нефть налипает к поверхности материала обычно в форме диска, щетки, барабана или ленты, которые при вращении поднимают нефть, в то время как вода счищается и попадает в отстойный резервуар, из которого перекачивается в накопительные баки,
3. Щетка очищается о скребок и нефть попадает в сборную емкость скиммера,
4. Нефть перекачивается откачивающей головкой на берег в резервуар временного хранения.

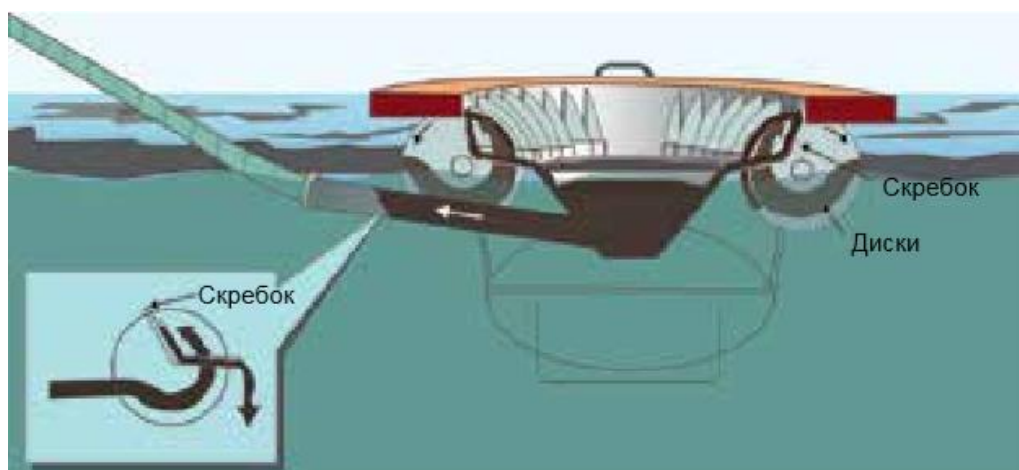


Рисунок 16 – Олеофильный скиммер для маловязких нефтей

Посредством использования олеофильных скиммеров обычно достигается максимальное соотношение количества собранной нефти и забранной отдельно или вместе с нефтью воды, известного как коэффициент забора нефти. Они наиболее эффективны при сборе нефтепродуктов средней вязкости.

Маловязкие нефтепродукты, такие как дизельное топливо и керосин, не скапливаются на олеофильных поверхностях достаточно толстым слоем, что не позволяет достичь высокой эффективности забора.

Нефтепродукты с более высокой вязкостью являются очень липкими и с трудом поддаются удалению с поверхности заборного устройства. Водонефтяные эмульсии, наоборот могут быть почти нелипкими и трудно поддаются забору олеофильными скиммерами некоторых конструкций, например, дисковые скиммеры проходят сквозь эмульсию вместо ее забора. Олеофильные устройства обычно изготавливаются из полимерных материалов, хотя была доказана и эффективность металлических поверхностей.

Преимущества олеофильных скиммеров: коэффициент сбора нефти с водных поверхностей -до 95%, просты в обслуживании и эксплуатации, подготавливаются к работе за короткое время, алюминиевый искробезопасный корпус.

Вакуумные скиммеры

Вакуумные нефтесборщики также достаточно эффективные. Такие устройства работают на основе вакуумных насосов, которые эффективно и достаточно быстро всасывают пленки нефти и нефтепродукты с водной поверхности. Эти скиммеры также очищают воду от нефти и нефтепродуктов, после этого ее опять сливают в реку. Данные устройства отличаются от других легкостью конструкций и небольшими габаритами. Преимуществом вакуумных систем также является то, что обычно они оборудованы встроенным баком для хранения собранной нефти и, если система не стационарная, могут использоваться для транспортировки нефти к месту хранения. Вакуумные системы являются универсальными и могут применяться для сбора различных сортов нефти (за исключением разве что тяжелой нефти), но по соображениям безопасности их нельзя применять для сбора очищенных летучих нефтепродуктов.

Простейший метод сбора нефти– это погружение приемного рукава с сетчатым экраном для блокирования прохода мусора непосредственно в

					Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

плавающую или оказавшуюся на поверхности нефти.

Основным недостатком данного типа скиммеров является то, что в определенных случаях они могут собирать больше воды, чем нефти, что замедляет процесс сбора.

Пороговые скиммеры

Пороговый скиммер предназначен для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды с помощью настройки порога (скиммерной головки) на границе нефть-вода, для разделения ее на нефтяную и водную фракции.

В основном эти типы нефтесборщиков применяют для сбора объемных аварийных разливов нефти. Пороговые скиммеры работают следующим способом: в нефтесборщике есть специальное пороговое отверстие, которое опускают на глубину немного ниже слоя разлитой нефти, после этого нефтепродукты вместе со слоем воды протекают через этот порог. Эти устройства имеют высокую эксплуатационную надежность и просты в использовании.

Принцип работы: при правильной постановке бонов нефть течением прибывает к заборной части скиммера, при этом вода проходит через открытое дно корпуса, а нефть скапливается перед порогом. Величина откачиваемого слоя меняется в зависимости от производительности насоса помпы. С помощью регулировки производительности насоса устанавливается такой режим работы скиммера, когда на слив поступает только нефть с минимальным количеством воды.

К преимуществам пороговых скиммеров можно отнести эффективную работу при незначительном волнении водной поверхности и ветровой нагрузке, возможность установки непосредственно в боновые ограждения, либо отдельно, работа с густыми и вязкими жидкостями, незначительное время на подготовку, а также использование на любых водных поверхностях.

					Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Таблица 4 – Технические характеристики пороговых скиммеров

Параметр	Ед. изм.	Величина
Производительность	м ³ /ч	10 - 130
Масса	кг	4,5 - 60
Диапазон температуры воздуха	°С	-30 - +70
Диапазон температуры воды	°С	-0 - +60
Ширина порога	мм	190 - 700
Толщина откачиваемого слоя	мм	1 - 50
Осадка	мм	100 - 400
Тип мотопомпы	-	диафрагменная / центробежная

К предпочтительным видам скиммеров, которые применяются в суровых водных условиях, относят вакуумные, барабанные, щеточные, барабанно-щеточные и дисковые. Также возможно использование ленточных скиммеров при условии, если крупные ледовые образования собираются с ленты скиммера или раздвигаются ручным способом.

При использовании скиммеров на водной поверхности с битым льдом следует минимизировать их столкновения с льдинами (кроме щеточного и барабанно-щеточного, которые лучше всего подходят для отклонения небольших льдин).

4.1.4 Применение сорбентов для локализации нефтяного разлива

Сорбенты используются для локализации небольшого количества нефти путем абсорбции и / или адсорбции. Большинство сорбентов являются олеофильными (привлекают нефть) и гидрофобными (отталкивают воду).

Как правило, использование сорбентов более целесообразно на заключительных этапах очистки или для удаления тонких масляных пленок. Сорбенты также могут быть использованы для очистки вторичных разливов, а также для защиты или очистки экологически чувствительных зон, где использование других методов очистки ограничено из-за ущерба, который они

могут причинить. Все сорбенты в некоторой степени эффективны.

Чтобы оптимизировать выбор конкретного сорбента, свойства сорбента должны быть адаптированы к условиям разлива. Сорбенты, которые могут быть полезны в одной ситуации, могут быть менее желательны в другой. В настоящее время в мире производится и используется примерно две сотни различных сорбентов. Они подразделяются на: природные органические, неорганические, органоминеральные и синтетические.

Основными критериями выбора сорбентов являются плавучесть, насыщение, удерживание нефти, прочность и долговечность, ферментация, стоимость, а также доступность и хранение. В различных условиях применяют разные виды сорбентов: рассыпные, заключенные в оболочку, сплошные и волокнистые.

На практике главным образом используются два типа реагирования на разлив нефти в ледовых условиях с применением нефтяных сорбентов.

Закачка сорбентов под лед для сорбирования нефти, сконцентрированной под ледяным покровом

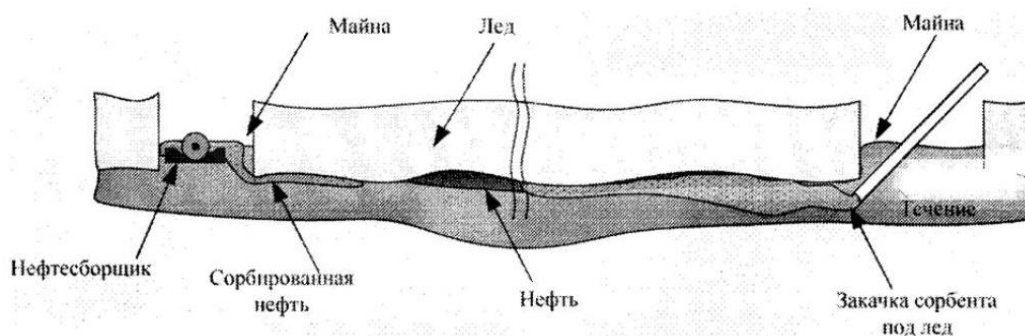


Рисунок 17 – Закачка сорбентов под лед

Данный способ обеспечивает снижение концентрации нефти, которая собралась под нижней кромкой льда. Во льду специально образуют прорезы или майны, через которые закачивают сорбент для ускорения локализации и вытеснения нефти из под ледяного покрова.

Нанесение сорбента на нефть, разлитую на поверхности льда и снега, с последующим смывом подогретой водой

Данный способ применяется также для предотвращения попадания

нефтепродуктов в воду и их дальнейшего распространения при таянии льда.

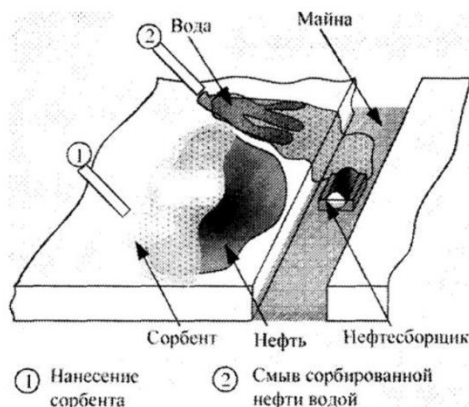


Рисунок 18 – Нанесение сорбента на поверхность льда

Для использования сорбентов на арктическом шельфе необходимо иметь:

- сорбент, локализирующий нефть при довольно низких температурах;
- средства для специального нанесения сорбента, которые позволяют закачивать его под лед;
- специальные средства сбора отработанного сорбента, способные работать в суровых условиях.

Сорбенты по степени утилизации можно разделить на три группы: утилизируемые, частично утилизируемые и не утилизируемые.

Использование сорбента неоднократно возможно в случаях, если сорбент обладает высокой упругостью, то есть восстанавливает свои свойства после отжима. В практике применения сорбентов отмечается уменьшение емкости сорбента после нескольких отжимов в связи с закупориванием его пор и необратимой деформацией структуры, когда он к дальнейшему использованию не пригоден, то есть его необходимо утилизировать.

В настоящее время основными сорбентами, используемые российскими компаниями, которые позволяют работать при широком диапазоне температур, в особенности при низких температурах, являются «Унисорб», «Ньюсорб», «Экосорб» и другие.

Данные виды сорбентов сочетают в себе следующий ряд преимуществ: максимальная сорбционная емкость; удобство нанесения, сбора и утилизации;

не наносят абсолютно никакого вреда экологии; одинаковая эффективность сорбирования нефти при различных погодных условиях; способность применения на твердой и водной поверхностях; способность применения при экстремально низких температурах (до - 50°C).

В таблице 5 указано краткое описание часто используемых сорбентов.

Таблица 5 –Описание сорбента «Ньюсорб», «Унисорб», «Экосорб»

Вид сорбента	Основные характеристики
«Ньюсорб»	<p>Сорбент изготавливается из экологически чистого природного сырья – сфагнового торфа.</p> <p>Нефтеемкость – 4,6-9 г/г, температура применения – -50...+60 градусов Цельсия, срок хранения не ограничен.</p> <p>Сорбент «Ньюсорб» выпускается по ТУ 8026-009-68457461-2014и имеет сертификат соответствия ГОСТ Р</p>
«Унисорб»	<p>Сорбент на основе карбамида.</p> <p>Сорбент наносится вручную или механизированными способами(с помощью ранцевого распылителя типа РС-Р.1), а при значительных объемах проливов возможно нанесение при помощи авиационной техники.</p> <p>Сорбирующая способность – 30-67 кг нефти/кг сорбента, насыпная плотность – 25кг/м³, способна к биоразложению, утилизируется с помощью сжигания, регенерация сорбента не менее 94%.</p> <p>Качество соответствует требованиям ТУ2254-001-95690898-2010 «Сорбенты полимерные»</p>
«Экосорб»	<p>Сорбент представляет собой полотно светло-серого цвета из микроволокон полипропилена. Плотность сорбента 100 или 300 гр/кв.м.</p> <p>Достоинства: высокая сорбционная емкость (8-20 кг/кг) и скорость сорбции, износостойкость, универсальность, быстрота и простота эксплуатации, большая площадь покрытия, регенерация, многократное использование после отжима, работает в любое время года, в любых климатических зонах</p> <p>Сорбирующий материал выпускается по ТУ 2271-002-95690898-2010 «Волокно полимерное» и имеет сертификат соответствия ГОСТ Р</p>

Лучшим нефтяным сорбентом на российском рынке и самым оптимальным в условиях Крайнего Севера является сорбент «Ньюсорб». Он работает как на твердой, так и на водной поверхности, удобно собирается, не требует полного сбора неиспользованного сорбента, легко утилизируется, не наносит вреда экологии, и при этом обладает лучшим соотношением цена/качество.

Сорбент «Ньюсорб» – это торфяной сорбент, традиционно применяющийся для сбора нефти, нефтепродуктов и технических жидкостей, одинаково эффективный при любых погодных условиях и низких отрицательных температурах. Основные технические характеристики представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Основные технические характеристики сорбента «Ньюсорб»

Наименование параметра	Значение
Сорбционная емкость (нефтеемкость) г/г	4,6-9
Температура применения, °С	-50... +60
Плавуемость насыщенного сорбента	не ограничена
Объемный вес (насыпная плотность) тонн/м ³	0,14-0,15
Фракция, мм	0-9
Срок хранения	Не ограничен
Упаковка	П/п пакет с п/э вкладышем, масса 12 кг.

Для распыления сорбента Ньюсорб может использоваться распылитель АРС (Автономный распылитель сорбента) [18].

4.2 Методы ликвидации разливов нефти

4.2.1 Сжигание нефти на месте разлива

При реализации этого метода происходит контролируемое сжигание разлитой нефти непосредственно на месте разлива. Сжигание быстро удаляет большой объем нефти с поверхности воды или суши. Чтобы обеспечить горение нефти на поверхности воды в условиях отсутствия льда, толщина ее пленки должна составлять 2-3 миллиметра и поддерживаться огнестойкими боновыми заграждениями. Быстрое удаление нефти с водной поверхности может защитить морских млекопитающих, птиц и береговую линию от

загрязнения нефтью. На рис. 19 показана схема проведения операции по сжиганию нефти на месте разлива.

Регламенты и методы, разработанные для процесса сжигания на месте, позволяют провести эту операцию безопасным образом. Возможности реализации метода сжигания на месте разлива на открытой воде ограничиваются необходимостью использования огнестойких боновых заграждений. Однако, в условиях северных морей лед может способствовать локализации разлива и поддержанию достаточной для горения толщины нефтяной пленки. В технологии сжигания нефти на месте разлива важную роль оказывает сплоченность льда, которую можно условно разделить на три группы:

- 1) Сплоченность льда от 0 до 30%;
- 2) Сплоченность льда от 30 до 70%;
- 3) Сплоченность льда от 70 до 100%.

Если пятна нефти имеют толщину от 2 до 3 мм, то возможно сжигание на месте. Для этого могут применяться воспламенители, устанавливаемые на вертолете.

Для сжигания нефти в открытой воде (при небольшой сплоченности льда), когда лед не препятствует распространению нефти, необходимы два технологических компонента: огнеупорные боны и воспламенители. Технология сжигания в таком случае проста: огнеупорные боны устанавливают с помощью буксирующих судов, затем путем выброса на разлитую нефть с вертолета желатинообразного топлива или выброса запального устройства с судна осуществляется воспламенение нефти. Следует отметить, что для поддержания горения нефти необходима минимальная толщина пленки 2-3 мм.

Во льдах средней сплоченности (от 30 до 70%), лед снижает скорость распространения и перемещения пятна, но не способен полностью локализовать нефтяной разлив. Применение боновых заграждений при такой сплоченности льда затруднительно, если вообще возможно. Вместо этого можно применять нефтесобирающие ПАВ, которые служат для концентрации

					<i>Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

нефтяных пятен до толщины, достаточной для их сжигания. Поверхностно-активные вещества, используемые для ликвидации разливов нефти, обычно изготавливаются из сахаров и масел природного происхождения. Выбор таких ПАВ обусловлен тем, что их поведение в окружающей природной среде аналогично поведению ПАВ сформированных микроорганизмами. Эти вещества быстро биоразлагаются и отличаются низкой токсичностью.

Метод сжигания наиболее полезен и имеет высокую эффективность во льдах с высокой сплоченностью (от 70 до 90%). Присутствие льда препятствует распространению нефти (нефть собирается в естественных выбоинах и трещинах); также за счет пониженного действия волн в пределах ледового поля и низких температур снижается влияние процессов выветривания, что облегчает сжигание нефти. В результате «окно возможности» для сжигания более продолжительно при разливах во льдах высокой сплоченности, чем при разливах на открытой воде.

Метод сжигания на месте является очень важным средством для ликвидации разливов нефти, который позволяет уничтожать нефть с эффективностью 90%.

Несмотря на множество факторов, побуждающих к рассмотрению метода сжигания как основного способа борьбы с разливами нефти, применение данного метода может вызывать некоторые возражения. Отмечается две главных проблемы:

- 1) Вероятность вторичных возгораний, представляющих угрозу для человеческой жизни, имущества и природных ресурсов;
- 2) Образование несгоревших остатков и дымового шлейфа. Однако их анализ показал, что они гораздо менее токсичны и опасны для окружающей среды, чем необработанная нефть.

					<i>Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

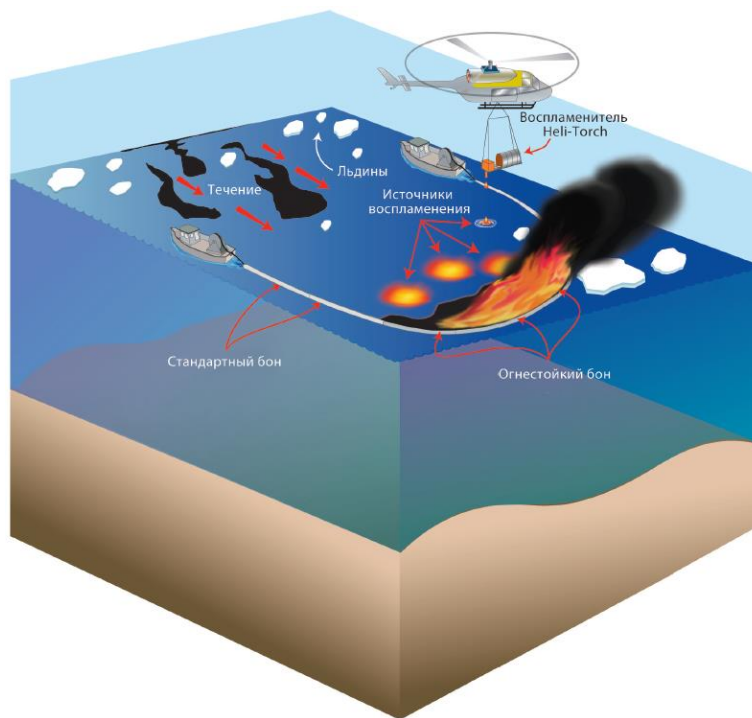


Рисунок 19 – Схема операции по сжиганию нефти на месте разлива

4.2.2 Применение диспергентов

Главная цель применения диспергентов состоит в фрагментации нефтяного пятна на множество мелких капелек, которые волны и течения распространяют в дисперсном состоянии в водной толще, где в дальнейшем нефть претерпевает естественное биоразложение. При правильном использовании диспергенты составляют эффективное средство борьбы с разливами нефти и снижают или предотвращают нанесение вреда важным уязвимым природным ресурсам.

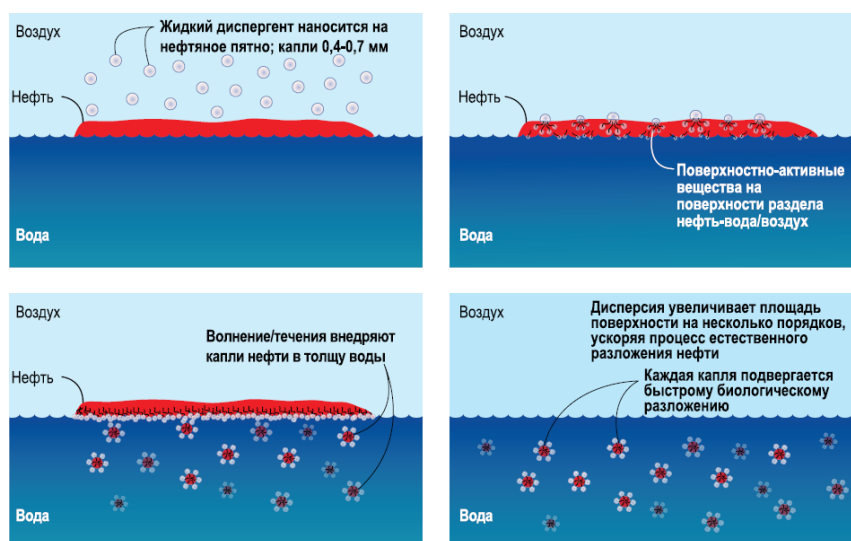


Рисунок 20 – Процесс диспергирования нефти

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

Использование диспергентов незаменимо, когда из-за сильных ветров и плохих погодных условий на арктическом шельфе невозможно применять механические методы сбора нефти и методы сжигания ее на месте.

Присутствие льда затрудняет процесс применения диспергентов при ЛАРН, так как использование диспергентов наиболее оптимально при сплоченности льда до 20%. Если использование диспергентов является необходимостью при высокой сплоченности льда, то ледяные образования подвергаются дополнительной обработке, а именно вырубка майн, перемешивание нефти винтами и др.

Эффективность процесса диспергирования определяется следующими факторами: энергия волн, температура воды и окружающей среды, сорт нефти и тип диспергента. Распыление и доставка диспергентов производится с помощью авиатранспорта и плавучих средств. Несмотря на меньшую токсичность, чем у нефти, диспергенты могут оказывать негативное влияние на организм человека и экологию окружающей среды, следовательно их распределение должно производиться с осторожностью.

Диспергенты делятся на подгруппы: токсичные и малотоксичные [9]. Также группа диспергентов состоит из видов: маслорастворимые, водорастворимые, масловодорастворимые, а в свою очередь виды состоят из типов: обычные, концентрированные.

Наиболее часто используемым диспергентом в арктических морях является диспергент Корексит 9527. Данный диспергент является одним из самых эффективных зарубежных диспергентов, применение которого было разрешено еще на территории СССР и руководилось РД 31.04.24-86. В настоящее время Корексит 9527 используют несколько компаний, одни из которых Сахалин Энерджи, Эксон Мобил и другие.

Данный тип диспергентов отличается способностью диспергировать нефть при максимально низких температурах приотносительно низкой токсичности. Характеристика диспергента представлена в таблице 7[15].

					<i>Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

Таблица 7 – Свойства диспергента Корексит 9527

Показатель	Корексит 9527
Внешний вид при 20 °С	Маслянистая жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета
Плотность при 20°С, кг/м ³	1010
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с, не более	60
Температура вспышки, не ниже °С	79
Температура замерзания, °С	-35
Токсичность, ПДК, мг/л	0,05
Расход диспергента по отношению к нефти, не более	1:10

4.3 Очистка береговой линии

При отсутствии сплошного льда встает вопрос о защите и очистке береговой линии.

Береговые боны выполняют важную функцию защиты берега. Данные боновые заграждения используются в межприливных областях или на береговой линии, где постоянно меняется уровень воды. Береговые боны наилучшим образом закрывают контур берега. Нижняя часть бонов заполняется водой, а верхняя – воздухом, что позволяет им держаться на изменяющемся уровне водной поверхности. Существует три основные группы методов очистки береговых зон: обработка нефти на месте, естественное восстановление без вмешательства и физическое удаление загрязненных нефтью материалов.

Обработка нефти на месте

Очистные работы проходят непосредственно на месте образования загрязнения, что упрощает цепь логистических операций по удалению отходов. Данный метод подходит для удаленных, а значит северных районов, где транспортировка материалов осложнена или недоработана.

Естественное восстановление

Одно из самых щадящих решений очистки берега – естественное восстановление, которое применяется при затрудненном доступе к месту

разлива, характерном для Крайнего Севера.

Условия для применения данного метода:

- Вероятность влечения за собой большого ущерба, вследствие активных очистных работ;
- Отсутствие ускорения темпов естественного восстановления методами ликвидации нефтяных загрязнений;
- Наличие опасности, угрожающей персоналу, который осуществляет ликвидационные работы

Физическое удаление нефти

Физическое удаление нефти и загрязненных нефтью материалов представляет собой совокупность сбора и утилизации нефти, в основе которых обычно лежит либо вымывание нефти, либо сбор или механическое удаление.

При вымывании нефть вытесняется напором воды либо в близлежащие воды, где она задерживается бонами и собирается нефтесборным оборудованием, либо в направлении зоны сбора, например, в специально оборудованный колодец или траншею, откуда нефть собирается вакуумной системой или скиммером. Такой способ очистки довольно медленный и требует большого количества рабочей силы, но в результате его применения образуются только жидкие отходы.

Для механического удаления в основном используется оборудование для землеройных и строительных работ (бульдозеры, экскаваторы, грузовые автомобили). Несмотря на то, что при механическом удалении нефти требуется намного меньше рабочей силы и скорость очистки существенно выше, чем при ручном (может быть важным для отдаленных районов), при этом способе образуется гораздо больше отходов, а значит, нужна особая организация их транспортировки и хранения.

					Методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Крайнего Севера	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

5. Расчётная часть

Задание: Определить количество нефти, вылившейся из нефтепровода вследствие аварии, оценить степень загрязнения земель, атмосферы, водных объектов, а также оценить ущерб, подлежащий компенсации окружающей природной среде, от загрязнения земель, атмосферы и водных объектов.

Исходные данные:

Рассмотрим участок нефтепровода между нефтедобывающей платформой "ПА-А" и объединённым береговым технологическим комплексом длиной 46 км, диаметром 355 мм с толщиной стенки 14 мм. Глубина заложения 1 м. НП на 0,4-3,9 км проложен по дну Охотского моря.

Место аварии 1,2 км. Произошел гильотинный разрыв нефтепровода. Общая площадь загрязнения нефтью составила 9000 м². Из них 1500 м² - загрязнение береговой зоны.

Левая задвижка от места аварии находится на 0,2 км трассы, правая – на 3,9 км.

Время возникновения аварии 06.10.2018 г. в 10-00. Время остановки перекачки нефти 10 минут. Время закрытия задвижек 6 минут.

Температура воздуха равна 6°С, температура верхнего слоя земли 0°С, температура верхнего слоя воды 1°С. Грунт берега – гравий влажностью 60%.

Таблица 8 – Точки перелома профиля нефтепровода

№ п/п	X, м	Y, м
1	0	3,1
2	0,2	3,5
3	0,4	0,1
4	0,6	0
5	0,8	-1,1
6	1,0	-5,5
7	1,2	-7,5
8	1,4	-7,7
9	1,6	-7,6
10	1,8	-8,2

№ п/п	X, м	Y, м
11	2	-7,9
12	2,2	-8,4
13	2,4	-8,6
14	2,6	-8,1
15	2,8	-9
16	3,0	-10,2
17	3,2	-10,6
18	3,4	-11,1
19	3,7	-11,4
20	3,9	-12

					Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Павлова Т.Г.			Расчётная часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.					66	115
Консультант						НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

$Q_0=0,45 \text{ м}^3/\text{с}$ – расход нефти в неповрежденном нефтепроводе при работающих насосных станциях;

$Q'=0,47 \text{ м}^3/\text{с}$ – расход нефти при работающих насосах в поврежденном нефтепроводе;

$P_0=3 \text{ МПа}$ – рабочее давление; $\rho=820 \text{ кг/м}^3$ – плотность;

$g=9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести;

$\nu=0,076 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ – кинематическая вязкость нефти;

$h_a = 10 \text{ м}$ вод.столба – напор, создаваемый атмосферным давлением; $t_i = 0,1 \text{ ч}$ – элементарный интервал времени;

$C_\phi=0,05 \text{ г/м}^3$ – концентрация растворенной и эмульгированной нефти в воде на глубине 0,3 м до аварии;

$C_p=50 \text{ г/м}^3$ – концентрация растворенной и эмульгированной нефти в воде на глубине 0,3 м после аварии;

$m_p=120 \text{ г/м}^2$ – удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 площади моря после аварии;

$m_\phi=0,24 \text{ г/м}^2$ – удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 площади моря до аварии;

$m_{\text{пл.ост.}}=0,4 \text{ г/м}^2$ – удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 после ликвидации аварии;

$D_{\text{п.}}=0,07 \text{ м}$ – толщина слоя нефти на поверхности земли; $D_{\text{в.}}=0,003 \text{ м}$ – толщина слоя нефти на водной поверхности;

$T_{\text{н.п.}}=48 \text{ ч}$ – продолжительность испарения свободной нефти с поверхности земли; с

$T_{\text{н.в.}}=48 \text{ ч}$ – продолжительность испарения свободной нефти с водной поверхности;

$q_{\text{н.п.}}=556 \text{ г/м}^2$ – удельная величина выбросов летучих углеводородов с 1 м^2 поверхности нефти, разлившейся на почве;

$q_{\text{н.в.}}=150 \text{ г/м}^2$ – удельная величина выбросов углеводородов с 1 м^2 поверхности нефти, разлившейся на воде;

Регион – Сахалинская область;

					Расчётная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Период восстановления земель – 3 года; Степень загрязнения – средняя;
Глубина пропитки почвы – 7 см.

5.1. Оценка факторов, определяющих величину ущерба окружающей среде при авариях на нефтепроводах

Основными факторами, определяющими величину ущерба, наносимого окружающей природной среде при авариях на нефтепроводах, являются:

- количество вылившейся из нефтепровода нефти и распределение ее по компонентам окружающей среды;
- площадь и степень загрязнения земель;
- площадь и степень загрязнения водных объектов;
- количество углеводородов, выделившихся в атмосферу[19].

5.2. Определение количества нефти, вылившейся из нефтепровода вследствие аварии

Расчет количества нефти, вылившейся из трубопровода, производится в три стадии, определяемыми разными режимами истечения:

- 1) истечение нефти с момента повреждения до остановки перекачки;
- 2) истечение нефти с момента остановки перекачки до закрытия задвижек;
- 3) истечение нефти с момента закрытия задвижек до прекращения утечки.

Суммарный объем аварийной утечки нефти равен:

$$V = V_1 + V_2 + V_3,$$

где V_1 – объем нефти, вытекшей с момента повреждения до остановки перекачки, м³;

V_2 – объем нефти, вытекшей с момента остановки перекачки до закрытия задвижек, м³;

V_3 – объем нефти, вытекшей с момента закрытия задвижек до прекращения утечки (до полного опорожнения отсеченной части трубопровода), м³[19].

Определение количества нефти, истекшей с момента аварии до остановки перекачки.

Объем нефти V_1 , вытекшей из нефтепровода с момента возникновения

					Расчётная часть	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

аварии до момента остановки перекачки, определяется соотношением:

$$V_1 = Q_1 \cdot T_1 = Q_1 \cdot (T_0 - T_a),$$

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

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

T_0 – время остановки насосов после повреждения, с;

T_a – время повреждения нефтепровода, с [20].

Так как разрыв произошел на полное сечение трубопровода, то давление в конце участка НП в поврежденном состоянии будет равно 0 ($P''=0$). В этом случае, согласно методике [19], расход нефти через место повреждения определяем по частному случаю:

$$V_1 = Q' = 0,47 \text{ м}^3/\text{с}$$

Тогда, объем нефти, вытекшей из НП с момента возникновения аварии до момента остановки насосов:

$$V_1 = 0,47 \cdot (36600 - 36000) = 282 \text{ м}^3$$

Определение количества нефти, истекшей из нефтепровода с момента остановки перекачки до закрытия задвижек и истекшей нефти из нефтепровода с момента закрытия задвижек до прекращения утечки.

После отключения насосных станций происходит опорожнение расположенных между двумя ближайшими насосными станциями возвышенных и прилегающих к месту повреждения участков, за исключением понижений между ними. Истечение нефти определяется переменным во времени напором, уменьшающимся вследствие опорожнения нефтепровода.

Напор в месте порыва:

$$h_i = Z_i - Z_m - h_T - h_a,$$

где Z_m – геодезическая отметка места повреждение;

Z_i – геодезическая отметка самой высокой точки профиля рассматриваемого участка нефтепровода;

h_T – глубина заложения нефтепровода;

					Расчётная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

h_a – напор, создаваемый атмосферным давлением [19].

$$h_1 = 3,5 - (-7,5) - 1 - 10 = 0 \text{ м}$$

Так как значение первого напора нефтепровода в месте порыва $h = 0$, то нефть из трубопровода с момента остановки перекачки до прекращения утечки будет истекать самотеком с точки 0,2 км до места разрыва.

Следовательно, общий объём выхода нефти из нефтепровода с момента остановки перекачки до закрытия задвижек и с момента закрытия задвижек до прекращения утечки (V_2) – рассчитаем по следующей формуле:

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D_{\text{вн}}^2 \cdot l'}{4}$$

где $D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр нефтепровода, м;

где l' – суммарная длина участков НП между двумя перевальными точками или двумя смежными с местом повреждения задвижками, возвышенными относительно места повреждения и обращенными к месту повреждения, за исключением участков, геодезические отметки которых ниже отметки повреждения, м.

Найдём длину каждого участка нефтепровода l' , с которого стечет нефть, по теореме Пифагора. Для этого рассмотрим треугольники между всеми геодезическими отметками на этих участках.

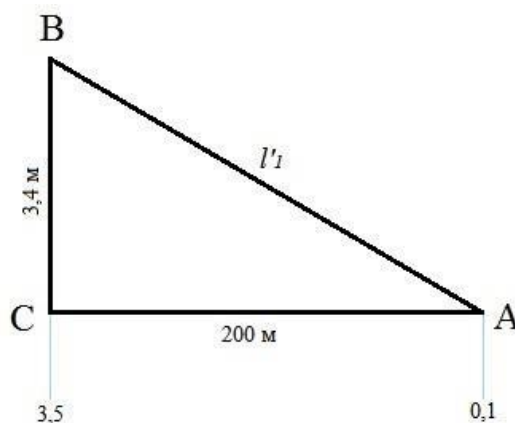


Рисунок 21 – Прямоугольный треугольник ABC

Аналогичным образом находим длины остальных участков, с которых стечет нефть:

Находим l' для 200–400 м:

$$l'_1 = \sqrt{(400 - 200)^2 + (3,5 - 0,1)^2} = 200,03, \text{ м}$$

Находим l' для 400–600 м:

$$l'_2 = \sqrt{(600 - 400)^2 + (0,1 - 0)^2} = 200, \text{ м}$$

Находим l' для 600–800 м:

$$l'_3 = \sqrt{(800 - 600)^2 + (0 - (-1,1))^2} = 200, \text{ м}$$

Находим l' для 800–1000 м:

$$l'_4 = \sqrt{(1000 - 800)^2 + (-1,1 - (-5,5))^2} = 200,05, \text{ м}$$

Находим l' для 1000–1200 м:

$$l'_5 = \sqrt{(1200 - 1000)^2 + (-5,5 - (-7,5))^2} = 200,01, \text{ м}$$

$$l' = \sum l'_i = 200,03 + 200 + 200 + 200,05 + 200,01 = 1000,09, \text{ м}$$

Находим внутренний диаметр нефтепровода:

$$D_{\text{вн}} = D - 2\delta = 0,355 - 2 \cdot 0,014 = 0,327 \text{ м};$$

где D – диаметр трубы, м;

δ – толщина стенки трубы, м.

Объём выхода нефти из нефтепровода с момента остановки перекачки до закрытия задвижек и с момента закрытия задвижек до прекращения утечки:

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 0,327^2 \cdot 1000,09}{4} = 83,95 \text{ м}^3$$

Общий объём вылившейся нефти:

$$V = V_1 + V_2 = 282 + 83,95 = 365,95 \text{ м}^3$$

Масса вылившейся нефти:

$$M = V \cdot \rho$$

$$M = 365,95 \cdot 0,82 = 300,08 \text{ т}$$

5.3. Оценка степени загрязнения земель

Степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта (количество нефти, впитавшейся в грунт), которая определяется по соотношению:

$$M_{\text{вп}} = V_{\text{вп}} \cdot \rho,$$

					Расчётная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$V_{\text{вп}} = K_{\text{н}} \cdot V_{\text{гр}},$$

где $M_{\text{вп}}$ – масса нефти, впитавшаяся в грунт, т;

$V_{\text{вп}}$ – объем нефти, впитавшийся в грунт, м³;

ρ – плотность нефти, т/м³;

$K_{\text{н}}$ – нефтеемкость грунта, принимаем 0,12 (гравий с влажностью 40%);

$V_{\text{гр}}$ – объем нефтенасыщенного грунта, м³[19].

Объем нефтенасыщенного грунта вычисляется по формуле:

$$V_{\text{гр}} = F_{\text{гр}} \cdot h_{\text{ср}},$$

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

$h_{\text{ср}}$ – средняя глубина пропитки грунта на всей площади нефтенасыщенного грунта.

Вычислим:

$$V_{\text{гр}} = 1500 \cdot 0,07 = 105 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{вп}} = 0,12 \cdot 105 = 12,6 \text{ м}^3$$

$$M_{\text{вп}} = 12,6 \cdot 0,82 = 10,332 \text{ т.}$$

5.4. Оценка степени загрязнения водных объектов

Масса нефти, загрязняющей толщу водоема, рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{н.в-м}} = 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot M_{\text{р}} (C_{\text{н}} - C_{\text{ф}}),$$

$$M_{\text{р}} = (m_{\text{р}} - m_{\text{ф}}) \cdot F_{\text{н}} \cdot 10^{-6} + (C_{\text{р}} - C_{\text{ф}}) \cdot V_{\text{р}} \cdot 10^{-6},$$

где $M_{\text{р}}$ – масса нефти, разлитой на поверхности водного объекта, т;

$C_{\text{н}}$ – концентрация насыщения растворенной и (или) эмульгированной нефти в поверхностном слое воды водного объекта, г/м³;

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация растворенной и (или) эмульгированной нефти в водном объекте на глубине 0,3м вне зоны разлива, г/м³;

$m_{\text{р}}$ – удельная масса разлитой нефти на 1м² поверхности воды, г/м²;

$m_{\text{ф}}$ – удельная масса фоновой нефти на 1м² свободной от разлива поверхности воды, г/м²;

$F_{\text{н}}$ – площадь поверхности воды, покрытая разлитой нефтью, м².

$C_{\text{р}}$ – концентрация растворенной и (или) эмульгированной нефти в воде

					Расчётная часть	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

на глубине 0,3м после аварии, г/м³;

V_p – объем воды, в котором к моменту инструментальных измерений растворилась разлитая нефть, м³.

$$V_p = 0,3 \cdot F_H = 0,3 \cdot 9000 = 2700 \text{ м}^3,$$

$$M_p = (120 - 0,24) \cdot 9000 \cdot 10^{-6} + (50 - 0,05) \cdot 2700 \cdot 10^{-6} = 1,21 \text{ т},$$

$$M_{H.B-K} = 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot 1,21 \cdot (260 - 0,05) = 1,824 \text{ т}.$$

$$M_y = M_{H.B-K} + M_{Пл.ост.}$$

Так как в результате сбора нефти пленочная нефть полностью удалена, то $M_{Пл.ост.} = 0$, следовательно

$$M_y = 1,824 \text{ т}.$$

5.5. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха

Степень загрязнения атмосферного воздуха вследствие аварийного разлива нефти определяется массой углеводородов, испарившихся с поверхности земли или водоема.

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

$$M_{и.п.} = q_{и.п.} \cdot F_{гр} \cdot 10^{-6},$$

где $q_{и.п.}$ – удельная величина выбросов летучих углеводородов с 1 м² поверхности нефти, разлившейся на почве.

Средняя температура поверхности испарения определяется по формуле:

$$t_{и.п.} = 0,5 \cdot (t_{п.} + t_{воз.}),$$

где $t_{п.}$ – температура верхнего слоя земли, °С;

$t_{воз.}$ – температура воздуха, °С [19].

Производим вычисления:

$$t_{и.п.} = 0,5 \cdot (0 + 6) = 3 \text{ °С}$$

Если $t_{и.п.} < 4 \text{ °С}$, то удельная величина выбросов принимается равной нулю.

Масса летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся в атмосферный воздух с поверхности водного объекта, покрытой нефтью, определяется по формуле:

					Расчётная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

$$M_{и.в.} = q_{и.в.} \cdot F_{н.} \cdot 10^{-6},$$

где $q_{и.в.}$ – удельная величина выбросов летучих углеводородов с 1 м^2 поверхности нефти, разлившейся на водной поверхности.

Средняя температура поверхности испарения определяется по формуле

$$t_{и.в.} = 0,5(t_{в.} + t_{воз.}),$$

где $t_{в.}$ – температура верхнего слоя воды, °С;

$t_{воз.}$ – температура воздуха, °С.

$$t_{и.в.} = 0,5 \cdot (1 + 6) = 3,5^{\circ}\text{С}$$

Если $t_{и.в.} < 4^{\circ}\text{С}$, то удельная величина выбросов принимается равной нулю.

5.6. Баланс количества вылившейся и потерянной нефти

На всех стадиях ликвидации аварии на нефтепроводах с момента ее возникновения до полной ликвидации ее последствий должен соблюдаться баланс между массой вылившейся нефти из трубопровода и распределением ее по компонентам ОПС с последующим соблюдением баланса между массой вылившейся из трубопровода нефти (M), собранной ($M_{сб.}$) и безвозвратно потерянной ($M_{б.п.}$) нефти:

$$M = M_{б.п.} + M_{сб.},$$

$$M_{б.п.} = M_{в.п.} + M_{у},$$

где: $M_{в.п.}$ – масса нефти, впитавшаяся в грунт;

$M_{у}$ – масса нефти, загрязняющей водный объект [19].

Вычисляем:

$$M_{б.п.} = 10,332 + 1,824 = 12,156 \text{ т};$$

$$M_{сб.} = M - M_{б.п.} = 300,08 - 12,156 = 288,644 \text{ т}.$$

5.7. Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения земель

$$U_{почв} = C_{ХВ} \cdot S \cdot K_{г.} \cdot K_{исх.} \cdot T_{х.} = 1,5 \cdot 2700 \cdot 1 \cdot 1,9 \cdot 900 = 6,926 \text{ млн.руб},$$

где $C_{ХВ}$ – степень химического загрязнения почв нефтепродуктами;

S – площадь загрязненного участка, м^2 ;

					Расчётная часть	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

K_r – показатель в зависимости от глубины загрязнения нефтепродуктами или порчи почв;

$K_{исх}$ – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен загрязненный участок;

T_x – такса для исчисления размера ущерба (вреда), причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв, руб/м² [22].

5.8. Оценка ущерба, подлежащего компенсации, окружающей природной среде от загрязнения нефтью водных объектов

$U_{вод} = K_{вг} \cdot K_v \cdot K_{ин} \cdot K_{дл} \cdot H_n = 1,15 \cdot 1,02 \cdot 1,86 \cdot 1,1 \cdot 2,3 = 5,52$
млн.

руб,

где, $K_{вг}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года;

K_v – коэффициент, учитывающий состояние водных объектов;

$K_{ин}$ – коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития;

$K_{дл}$ – коэффициент, учитывающий длительность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект при принятии мер по его ликвидации;

H_n – такса для исчисления размера ущерба (вреда) от сброса нефтепродуктов в водные объекты, млн. руб [22].

5.9. Плата за загрязнение окружающей природной среды при авариях на магистральных нефтепроводах

Плата за загрязнение окружающей природной среды складывается из ущерба, подлежащего компенсации за загрязнение земли и водного объекта:

$$П = U_{почв} + U_{вод} = 6,926 + 5,52 = 12,446 \text{ млн. руб.}$$

Общий объем нефти, вытекший при аварии на магистральном трубопроводе, составил 365,95 м³.

Общий ущерб окружающей среде составил 12,446 миллионов рублей.

					Расчётная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

С увеличением роста добычи нефти, износом основных производственных фондов и, соответственно, с открытием новых месторождений происходит увеличение количества чрезвычайных ситуаций, аварий и инцидентов, оказывающих негативное воздействие разливов нефти на окружающую среду, особенно в условиях Крайнего Севера.

Проблема аварийных разливов нефти несет значительные финансовые потери для нефтяных компаний. Решением данной проблемы является своевременное обнаружение, полный сбор и ликвидация нефтяного разлива, а также ряд мероприятий по рекультивации и восстановлению поврежденных земель и акваторий.

Существует множество методов и технологий ликвидации аварийных разливов нефти. Очень важно сделать правильный выбор технологии, оборудования и материалов для быстрого и качественного реагирования на аварию, опираясь на эффективность метода.

Цель данного раздела – анализ и подбор конкурентоспособных технологии и материалов ЛАРН, а именно выбор подходящих к северным условиям сорбентов, которые являются ресурсоэффективными и отвечают современным требованиям ресурсосбережения.

Для достижения данной цели, необходимо решить ряд задач:

- Сравнительный анализ преимуществ и недостатков выбранного материала для ЛАРН, а именно сорбента «Ньюсорб»;
- Определение возможных альтернатив материалов другой марки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>		
Разраб.		Павлова Т.Г.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.				76	115
Консультант					НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					
					<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>		

для локализации разлива путем применения сорбентов, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

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

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Так как в данном случае потребители относятся к коммерческой категории, то критерием сегментирования является размер предприятия.

Таблица 9 – Карта сегментирования рынка услуг по применению сорбентов

		Вид сорбента		
		«Ньюсорб»	«Унисорб»	«Экосорб»
Размер компании	Крупные	■		
	Средние	■		■
	Мелкие		■	

■ - Газпром; ■ - Сахалин Энерджи; ■ - Томскнефть.

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.

6.1.2. 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 10). Индекс “ф” соответствует сорбенту типа «Ньюсорб», “к1” и “к2” – «Унисорб» и «Экосорб» соответственно.

Таблица 10 – 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	0,3	0,3	0,24
3. Гидрофобные свойства	0,08	5	5	4	0,4	0,4	0,32

4. Энергоэкономичность	0,06	5	3	3	0,3	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	0,3	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	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	3	4	0,35	0,21	0,28
2. Цена	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
4. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	2	4	0,2	0,1	0,2
5. Наличие сертификации разработки	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
Итого	1	-	-	-	4,82	3,81	3,80

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

В результате составления таблицы выяснили, что конкурентоспособность выбранного сорбента для локализации нефтяного разлива «Ньюсорб» является наиболее высокой ($K = 4,82$).

Высокую конкурентоспособность можно объяснить тем, что сорбент «Ньюсорб» обладает оптимальным соотношением сорбционной емкости к массе объёма, хорошей плавучестью, широким диапазоном температур, а также данный сорбент выполнен по новым технологиям с учетом условий северных широт.

6.1.3. 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.

Технологию QuaD будем применять для выбранного вида сорбента для локализации РН «Ньюсорб». Для удобства также воспользуемся оценочной картой (таблица 11)

Таблица 11 – Оценочная карта для оценки качества и перспективности разработки по технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
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. Цена	0,08	96	100	0,96	0,0768
13. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	94	100	0,94	0,0658
14. Уровень проникновения на рынок	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:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (2)$$

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.

6.2. Планирование научно-исследовательской работы

6.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределения исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследования	Студент, руководитель
	4	Определение списка нормативных документов для ВКР	Студент
	5	Календарное планирование работ	Студент, руководитель

Теоретические исследования	6	Теоретическое исследование аварийного РН на нефтедобывающей платформе «Моликпак»	Студент
	7	Исследование поведения нефти в условиях Крайнего Севера	Студент
	8	Анализ методов обнаружения РН	Студент
	9	Проведение анализа технологий локализации и ликвидации аварийных РН	Студент
	10	Подбор технологии и материалов для ЛАРН	Студент
Обобщение результатов	11	Расчет количества вытекшей нефти и ущерба окружающей среде	Студент
	12	Финансовый менеджмент	Студент, руководитель
	13	Социальная ответственность	Студент, руководитель
Обобщение результатов	14	Оценка полученных результатов	Студент, руководитель

6.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5} \quad (3)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i} \quad (4)$$

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

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

6.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

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

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

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

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{273}{273 - 47} = 1,2$$

Все рассчитанные значения сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнитель и	Длительность работ в рабочих днях $T_{\text{рi}}$	Длительность работ в календарных днях $T_{\text{кi}}$
	t_{mi} н, чел- дни	t_{max} х, чел- дни	$t_{\text{ож}}$ ж, чел- дни			
Составление и утверждение технического задания	23	27	25	Студент, руководитель	13	16
Подбор и изучение материалов по теме	25	30	27	Студент	27	33
Выбор направления исследования	2	5	4	Студент, руководитель	2	3
Определение списка нормативных документов для ВКР	15	18	17	Студент	17	21
Календарное планирование работ	2	5	4	Студент, руководитель	2	3
Теоретическое исследование аварийного РН на нефтедобывающей платформе «Моликпак»	25	30	27	Студент	27	33
Исследование поведения нефти в условиях Крайнего Севера	40	45	42	Студент	42	51
Анализ методов обнаружения РН	23	27	25	Студент	25	30

Проведение анализа технологий локализации и ликвидации аварийных РН	15	30	21	Студент	21	26
Подбор технологии и материалов для ЛАРН	20	24	22	Студент	22	27
Расчет количества вытекшей нефти и ущерба окружающей среде	12	18	15	Студент, руководитель	8	10
Финансовый менеджмент	15	22	18	Студент, руководитель	9	11
Социальная ответственность	3	5	4	Студент, руководитель	2	3
Обобщение и оценка результатов	4	5	5	Студент, руководитель	3	4

На основании таблицы 13 строим календарный план график (табл. 14)

Таблица 14 – Календарный план-график выполнения НИИ

№	Вид работ		Т _к , кал. дни	Продолжительность работ																													
				сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Студент, руководитель	16	■	■																												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	33		■	■	■	■	■																								
3	Выбор направления исследования	Студент, руководитель	3						■																								
4	Определение списка нормативных документов для ВКР	Студент	21						■	■	■																						
5	Календарное планирование работ	Студент, руководитель	3						■																								
6	Теоретическое исследование аварийного РН на нефтедобывающей платформе «Моликпак»	Студент	33									■	■	■	■	■																	
7	Исследование поведения нефти в условиях Крайнего Севера	Студент	51												■	■	■	■	■	■													
8	Анализ методов обнаружения РН	Студент	30															■	■	■	■	■											
9	Проведение анализа технологий локализации и ликвидации аварийных РН	Студент	26																		■	■	■	■	■	■							
10	Подбор технологии и материалов для ЛАРН	Студент	27																					■	■	■	■	■	■				
11	Расчет количества вытекшей нефти и ущерба окружающей среде	Студент, руководитель	10																								■	■	■				
12	Финансовый менеджмент	Студент, руководитель	11																											■	■	■	
13	Социальная ответственность	Студент, руководитель	3																												■	■	■
14	Обобщение и оценка результатов	Студент, руководитель	4																												■	■	■

6.2.4. Бюджет научно-технического исследования

6.2.4.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 15.

Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед; руб.	Затраты на материалы Z_m , руб.
Бумага для принтера А4 (200 листов)	пачка	1	190	190
Картридж для принтера	шт.	1	600	600
Ручка шариковая	шт.	5	50	250
Итого, руб.				1040

6.2.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для проведения исследования

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, устройств и механизмов), необходимого для проведения диагностики.

Все расчеты по приобретению спецоборудования, используемого для каждого исполнения, приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на приобретение спецоборудования

№	Наименование оборудования			Количество единиц оборудования			Стоимость оборудования, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	"Нью сорб"	"Унис орб"	"Экос орб"	1	1	1	780	2280	7700

Учтем затраты на доставку в размере 15% от его цены, тогда затраты на приобретение спецоборудования для трех исполнений станут равны:

$$Z_{об1+дост} = Z_{об1} \cdot 1,15 = 780 \cdot 1,15 = 897 \text{ руб}$$

$$Z_{об2+дост} = Z_{об2} \cdot 1,15 = 2280 \cdot 1,15 = 2622 \text{ руб}$$

$$Z_{об3+дост} = Z_{об3} \cdot 1,15 = 7700 \cdot 1,15 = 8855 \text{ руб}$$

6.2.4.3. Основная заработная плата исполнителей исследования

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ —основная заработная плата одного работника;

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

$Z_{дн}$ —среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

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 персонала.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p \quad (9)$$

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

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

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

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Z_{tc} , руб	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб. дни	$Z_{осн}$, руб
Студент	1854	0	0	1,3	2410,2	120	220	26400
Руководитель	31200	0,3	0,4	1,3	68952	4482	39	174794
Итого								201194

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	271	271
Нерабочие дни	47	47
Потери рабочего времени	64	15
Действительный годовой фонд рабочего времени	160	209

6.2.4.4. 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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{осн} \quad (10)$$

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

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

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата
Руководитель	174794
Коэффициент отчислений	27,1%.
Итого	47369

Страховые отчисления с заработной платы студента не производятся.

6.2.4.5. Накладные расходы

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

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16 %.

$$Z_{накл} = (Z_{м} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{внеб}) \cdot 0,16$$

$$Z_{накл1} = (1040 + 897 + 201194 + 47369) \cdot 0,16 = 40080 \text{ руб.}$$

$$Z_{накл2} = (1040 + 2622 + 201194 + 47369) \cdot 0,16 = 40356 \text{ руб.}$$

$$Z_{накл3} = (1040 + 8855 + 201194 + 47369) \cdot 0,16 = 41353 \text{ руб.}$$

6.2.4.6. Формирование бюджета научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат на исследование является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на проект приведено в таблице 20.

Таблица 20 – Бюджет затрат на исследование

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
1. Материальные затраты	1040	1040	1040	Пункт 6.2.4.1.
2. Затраты на специальное оборудование	897	2622	8855	Пункт 6.2.4.2.
3. Затраты по основной заработной плате	201194	201194	201194	Пункт 6.2.4.3.
4. Отчисления во внебюджетные фонды	47369	47369	47369	Пункт 6.2.4.4.
5. Накладные расходы	40080	40356	41353	Пункт 6.2.4.5
Бюджет затрат на исследование	290580	292581	299811	Сумма ст.1-4

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

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

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

Определяется по формуле:

$$I_{финр}^{исп i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (12)$$

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

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

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

Для 1-ого варианта исполнения имеем:

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{max}} = \frac{290580}{299811} = 0,97$$

Для 2-го варианта имеем:

$$I_{финр}^{исп2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{max}} = \frac{292581}{299811} = 0,98$$

Для 3-го варианта имеем:

$$I_{финр}^{исп3} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{max}} = \frac{299811}{299811} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	2	3	4	5
Технические критерии оценки ресурсоэффективности				
Повышение производительности труда рабочего	0,15	5	2	4
Простота эксплуатации	0,09	5	5	4
Гидрофобные свойства	0,08	5	5	4
Энергоэкономичность	0,06	5	3	3
Безопасность	0,12	4	4	4
Возможность использования при низких температурах	0,09	5	5	3
Эффективность	0,08	5	3	4
Потребность в дополнительной обработке	0,09	4	4	3
Быстрота действия	0,14	5	4	3
Возможность повторного использования	0,1	5	4	4

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{p-исп1} = 4,79$$

$$I_{p-исп2} = 3,82$$

$$I_{p-исп3} = 3,62$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр.i}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,79}{0,97} = 4,94$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,82}{0,98} = 3,90$$

$$I_{исп.3} = \frac{3,62}{1} = 3,62$$

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

$$\mathcal{E}_{ср.i} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.min}}$$

$$\mathcal{E}_{ср1} = \frac{4,94}{3,62} = 1,36$$

$$\mathcal{E}_{ср2} = \frac{3,82}{3,62} = 1,08$$

$$\mathcal{E}_{ср3} = \frac{3,62}{3,62} = 1,0$$

Таблица 22 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,97	0,98	1,0
2	Интегральный ресурсоэффективности разработки	4,79	3,82	3,62
3	Интегральный показатель эффективности	4,94	3,90	3,62
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,36	1,08	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 290580 рублей.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

7. Социальная ответственность

В данном разделе рассматриваются опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при производстве работ по ликвидации разлива нефти из магистрального трубопровода диаметром 355 мм, протяженностью 46 км, с максимальным объемом прокачки 596 м³/час, который входит в состав Транссахалинской трубопроводной системы от нефтедобывающей платформы «Моликпак» до объединенного берегового технологического комплекса. Также будут рассмотрены мероприятия, с помощью которых возможно устранить эти факторы. В разделе рассмотрены вопросы, касающиеся производственной безопасности, экологической безопасности, безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. В процессе ликвидации разлива нефти необходимо руководствоваться нормативными документами.

7.1. Производственная безопасность

Таблица 23 – Факторы, характерные для производства работ по ЛАРН в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Полевые работы: 1) Разведка места аварии; 2) Сбор высвободившейся нефти; 3) Рекультивационные работы		Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	ГОСТ 12.1.003 – 74 ССБТ[28,33]
	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны		СанПиН 2.2.4.548-96[29]
	Превышение уровней шума		ГОСТ 12.1.003-2014 [28]
	Превышение уровней вибрации		ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ [30]
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [32]

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.		Павлова Т.Г.			Социальная ответственность		
Руковод.		Крец В.Г.					
Консультант							
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						97	115
					НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А		

7.1.1 Анализ вредных производственных факторов обоснование мероприятий по их устранению

Отклонение показателей климата на открытом воздухе

При прокладке морского трубопровода в районах Северного моря работники подвержены влиянию отрицательных температур, что серьезно влияет на здоровье человека. Двигательная активность работника обеспечивается всеми жизненными процессами в теле человека. Энергии на преобразование теплообмена используется больше, чем на выполнение самой работы. Нарушение баланса тепла может привести к перегреву, либо, наоборот, к переохлаждению человека. Это приводит к нарушению в работе, снижению активности и т.д.

Таблица 24 – Работы на открытом воздухе приостанавливаются работодателями при следующих погодных условиях.

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С
При безветренной погоде	-40
Не более 5,0	-35
5,1-10,0	-25
10,0-15,0	-15
15,1-20,0	-5
Более 20,0	0

Для профилактики обморожений работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, в которые входит комплект утепленной одежды.

Одежда должна соответствовать всем требованиям, подходить по размеру и не сковывать движения. Современная спецодежда изготавливается из качественных утеплителей: тинсулейт, синтепон, холофайбер. Для удобства работника, одежда оснащается дополнительными эргономичными деталями: капюшон, функциональные карманы). В ветряную погоду работники должны быть обеспечены средствами защиты лица (специальными масками).

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

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

Превышение уровней шума и вибрации

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

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

Основные методы борьбы с шумом:

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

Утечка токсичных и вредных веществ в рабочую зону

При ремонте нефтепровода есть риск возникновения утечек нефти из трубопровода. При этом непременно происходит контакт человека с парами этого вещества, которые опасны не только для его здоровья, но и жизни. Нефть относится к 3му классу опасности, ее допустимая концентрация составляет 10 мг/л.

Путь попадания вредных веществ в организм человека может быть одним из двух:

- Через кожу (при попадании вредных веществ на нее);

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

- Через дыхательные пути (вдыхание вредных паров в организм);

В первом случае при частом попадании продуктов нефти на кожу человека, есть риск получить заболевания кожного покрова. Во втором же случае, при вдыхании человеком паров нефти и ее продуктов большой концентрации происходит наркотическое и раздражающее воздействие. При длительном нахождении человека под действием паров нефти и нефтепродуктов, может произойти удушье, и как следствие смерть.

Согласно ГОСТ 12.1.005, нефть и нефтепродукты опасны для человека из-за их состава, в котором большое количество сернистых соединений: сероводород, оксид серы, азот.

Таблица 25 - Физиологическое воздействие на организм человека некоторых газов, содержащихся в нефти.

Газ	Содержание		Длительность и характер воздействия
	Объем, %	Мг/л	
Оксид углерода	0,1	12,5	Через 1 час – головная боль, тошнота, недомогание
	0,5	6,25	Через 20-30 мин – смертельное отравление
	1	12,5	Через 1-2 мин сильное смертельное воздействие
Оксиды азота	0,006	0,29	Кратковременное воздействие раздражение горла
	0,01	0,48	Продолжительное воздействие опасно для жизни
	0,025	1,2	Смертельное отравление
Сероводород	0,01-0,015	0,15-0,23	Через 1 мин сильное или смертельное отравление
	0,02	0,031	Через 5-8 мин сильное раздражение глаз, носа, горла
	0,1-0,34	1,54-4,62	Быстрое смертельное отравление

Каждый работник, который контактирует с нефтью, должен иметь специальные средства защиты: противогазы различных типов, респираторы.

Тяжесть и напряженность физического труда

Ремонт нефтепроводов - огромные трудовые затраты. Нефтепроводы очень часто расположены далеко от населенных пунктов и работникам приходится ездить в командировки. Нахождение вне дома, плюс тяжелый труд

сказываются на эмоциональном состоянии работника и может привести к заболеваниям.

Для недопущения заболеваний людей при напряженном труде, организации должны придерживаться ряда требований:

- Обеспечить людям 8-ми часовой рабочий день;
- Обеспечить обеденный перерыв;
- Комфортные условия проживания;
- Небольшие перерывы между рабочим процессом;
- Своевременная заработная плата

7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Электрический ток

Источником электрического тока при ремонте или монтаже нефтепровода является передвижная электростанция, или подключение к трансформаторным станциям.

Опасность электрического тока возникает при ряде нарушений:

- Нарушение изоляции проводов;
- Неправильное или отсутствие заземления;
- Обрыв проводки.

Для человека травмоопасным значением силы электрического тока является 0,15А, или переменное и постоянное напряжение больше 36 В. Поражения от действия электрического тока могут быть разными: от мелких и крупных ожогов кожного покрова, до сокращения мышц сердца, что приводит к его остановке. Различают несколько видов электрических ожогов:

- Покраснение кожи;
- Образование на поверхности кожи пузырей и волдырей;
- Обугливание кожи.

Ожоговые раны очень долго затягиваются, а поражение 2/3 поверхности кожи всего тела, практически в 85% случаев приводит к летальному исходу.

Электрическая дуга и металлические искры при сварке

					Социальная ответственность	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Искры, электрическая дуга, брызги раскаленного металла, которые образуются во время сварки, при попадании на открытую область человеческой кожи и в глаза несут серьезную опасность получения травм.

В процессе работы на работника возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов:

- Твердые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля;
- Интенсивное тепловое (инфракрасное) излучение свариваемых деталей и сварочной ванны;
- Искры, брызги, выбросы расплавленного металла и шлака;
- Высокочастотный шум;
- Статическая нагрузка и др.

Защитные средства, выдаваемые в индивидуальном порядке, должны находиться во время работы у работника или на его рабочем месте. Сварщики оснащаются специальными сварочными костюмами, в комплект которых входят отражающие куртки и штаны. При проведении работ не допускается курение. Сварщик обязан быть обучен и исполнять требования пожарной безопасности.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Ремонт нефтепровода связан с работой тяжелой техники. Движущиеся части техники (ковш экскаватора, отвал бульдозера) при невнимательном отношении могут привести к травмам. Отсутствие защитных средств приводит к ушибам, переломам и вывихам различных частей тела человека.

Работник, при движении техники в зоне проведения работ, обязан носить головной убор (каска). Находиться в зоне работы техники недопустимо. По полосе движения техники и подвижного оборудования должны находиться предупреждающие таблички, которые информируют об опасности.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

7.2. Экологическая безопасность

При транспортировке нефти по МТ необходимо соблюдать требования по защите окружающей среды, установленные законодательством по охране природы. Ниже представлено экологическое влияние аварий на МТ.

Защита атмосферы

Случаи отравления парами нефтепродуктов достаточно редки. Но взаимодействие летучих углеводородов, входящих в состав нефти и нефтепродуктов, окислов азота и ультрафиолетового излучения приводит к образованию смога. В таких случаях количество пострадавших может составлять тысячи человек. Особую опасность представляет загрязнение воздуха вблизи населенных пунктов. В этих случаях возможность наложения или аккумуляции различных загрязнений значительно усугубляет характер последствий. Также загрязнение воздуха может привести к угнетению растительного покрова.

Защита гидросферы

Нефть является продуктом длительного распада и с достаточной скоростью образует на поверхности вод плотный слой нефтяной пленки. Часть нефти, загрязняющая водные объекты, растворится и эмульгируется в воде, а часть будет в виде пленочной нефти на поверхности водного объекта. Воздействие на водные объекты не приводит к моментальному массовому гибели рыб, однако это происходит в долгосрочной перспективе.

Наиболее уязвимы птицы, проводящие большую часть жизни на воде, вследствие загрязнения разрушается оперение, раздражаются слизистые оболочки, спутываются крылья. В отличие от обитателей водных объектов, в случае птиц могут происходить массовые гибели

Защита литосферы

При разливе нефти и попадании ее на почву начинаются процессы деградации растительного покрова, изменяются водно-физические свойства и структура почв, происходит просачивание нефтепродуктов из почв в подземные

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

и поверхностные воды. В конечном итоге почва принимает формы химического загрязнения, опустынивания, заболачивания и т.д.

7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Аварии, возникающие на магистральном НП, приводят к чрезвычайным ситуациям, так как в результате разлива нефти возможен пожар, разрушение сооружения, гибель людей, загрязнение окружающей среды.

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

- смертельными случаями;
- травмированием с потерей трудоспособности или групповым травматизмом;
- воспламенением нефти или взрывом его паров;
- утечкой транспортируемой нефти в количестве более 1т.

Наиболее характерной ЧС является экологическое загрязнение окружающей среды.

Предупреждение аварий с разливом нефти достигается комплексом превентивных мероприятий, а именно:

- создание собственных формирований или заключение договоров с профессиональными аварийно-спасательными формированиями(службами);
- создание резервов финансовых средств и материально-технических ресурсов для локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов;
- обучение работников способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов;
- разработка декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- организация и осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте;
- проведение корректировки планов при изменении данных;

					Социальная ответственность	Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- создание и поддержание в готовности системы обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов, а также системы связи и оповещения;
- проверка работоспособности автоматических систем обнаружения и оповещения о возникновении аварии на объектах;
- контроль за выполнением правил противопожарной безопасности;
- защита персонала и населения: организация системы оповещения, запас индивидуальных средств защиты, планирование проведения эвакуации;
- подготовка к привлечению при необходимости дополнительных сил и средств в соответствии с планом взаимодействия.

Пожаровзрывобезопасность на рабочем месте

Образование взрывоопасной среды обусловлено образованием взрывоопасной смеси паров нефти и воздуха.

Горючие газы и пары легко воспламеняющихся жидкостей способны образовывать в смеси с кислородом воздуха взрывчатые смеси. Границы концентраций горючих паров в воздухе, при которых возможен взрыв, называются нижним и верхним пределом распространения пламени (НКПР и ВКПР). Другими словами концентрация от НКПР до ВКПР называется диапазоном взрываемости. Для паров нефти установлены следующие диапазоны взрываемости: НКПР – 42000 мг/м³; ВКПР – 195000 мг/м³ [26].

Перед началом проведения любых видов работ повышенной опасности на опасном производственном объекте, необходимо провести анализ газовой среды на предмет превышения НКПР, НКПВ, ПДК с помощью аналитических приборов различного типа.

Работы по сбору нефтесодержащей жидкости выполняются без наряда-допуска с записью в журнале газоопасных работ выполняемых без наряда-допуска. Место разлива должно быть обозначено информационными и предупреждающими знаками исключающими доступ посторонних лиц, курение и использование открытого огня.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Первичные средства пожаротушения следует размещать вблизи мест наиболее вероятного их применения, на виду, с обеспечением к ним свободного доступа.

На месте проведения работ по ликвидации аварийных разливов нефти должны находиться первичные средства пожаротушения, такие как огнетушители порошковые ОП-10, топор, багор, ведра, штыковые лопаты, кошма или асбестовое покрывало.

Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

При аварии на НП возникает утечка нефти из трубопровода. Нефть относится к 3-му классу опасности. В таблице 26 представлены показатели вредных веществ.

Наименование показателя	Нормы для класса опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000

Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29-3	Менее 3,0
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

Защита органов зрения осуществляется с помощью различных предохранительных очков. Защита органов дыхания обеспечивается применением различного рода респираторов и противогазов. Респираторы служат для защиты легких человека от воздействия взвешенной в воздухе пыли, противогазы – для защиты от газов и вредных паров.

7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность персонала.

В организации должно быть организовано проведение проверок, контроля и оценки состояния охраны и условий безопасности труда, включающих следующие уровни и формы проведения контроля: о постоянный контроль работниками исправности оборудования, приспособлений, инструмента, проверка наличия и целостности ограждений, защитного заземления и других средств защиты до начала работ и в процессе работы на рабочих местах согласно инструкциям по охране труда; о периодический оперативный контроль, проводимый руководителями работ и подразделений предприятия согласно их должностным обязанностям; о выборочный контроль состояния условий и охраны труда в подразделениях предприятия, проводимый службой охраны труда согласно утвержденным планам.

При обнаружении нарушений норм и правил охраны труда работники должны принять меры к их устранению собственными силами, а в случае невозможности этого прекратить работы и информировать должностное лицо.

В случае возникновения угрозы безопасности и здоровью работников ответственные лица обязаны прекратить работы и принять меры по устранению опасности, а при необходимости обеспечить эвакуацию людей в безопасное место.

Согласно статье 293 Трудового кодекса РФ [47] сезонными признаются работы, которые в силу климатических и иных природных условий выполняются в течение определенного периода (сезона), не превышающего, как правило, шести месяцев. Следовательно, работы по прокладке подводного нефтепровода с трубоукладочного судна и его испытанию после укладки относятся к сезонным работам. Согласно статье 295 Трудового кодекса РФ работникам, занятым на сезонных работах, предоставляются оплачиваемые отпуска из расчета два рабочих дня за каждый месяц работы.

Работодатели нефтяной, газовой отраслей промышленности и строительства объектов нефтегазового комплекса в соответствии с законодательством РФ, коллективными договорами, локальными нормативными актами обеспечивают: единовременную денежную выплату для возмещения вреда, причиненного работникам в результате несчастных случаев на производстве или профессиональных заболеваний, в размере не менее: о при смертельном исходе - 350 величин прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по РФ (региональных прожиточных минимумов трудоспособного населения, если в соответствующем регионе применяются районные коэффициенты); о при установлении 1 группы инвалидности - 200 величин прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по РФ (региональных прожиточных минимумов трудоспособного населения, если в соответствующем регионе применяются районные коэффициенты); о при установлении 2 группы инвалидности - 100 величин прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по РФ; о при установлении 3 группы

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

инвалидности - 50 величин прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по РФ; о при временной утрате трудоспособности более 4-х месяцев подряд - 20 величин прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по РФ; о при получении профессионального заболевания, не повлекшего установления инвалидности - 30 величин прожиточного минимума в целом по РФ. Размер единовременной денежной выплаты для возмещения вреда, причиненного работникам в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, учитывает выплаты по соответствующим системам добровольного страхования, применяемым в Организации.

Выплату единовременного пособия при увольнении работника в связи с выходом на пенсию. Содействие работникам в улучшении жилищных условий при наличии финансовых возможностей Организации в соответствии с порядком, установленным в Организации.

Осуществление добровольного страхования работников (пенсионного, медицинского) с учетом финансово-экономического положения Организаций

Вывод к разделу

Технологический процесс ликвидации аварийного разлива нефти является не простым, требует соблюдения правил и норм регламентируемых нормативной документацией, заказ нарядами и техническим заданием.

Также стоит обращать внимание на соблюдение правил безопасности.

Для безопасности следует следить за состоянием оборудования, соблюдением правильного обеспечения средств индивидуальной защиты персонала, задействованного к работе. Персонал должен быть правильно экипирован и пройти инструктаж по правилу безопасности.

Соблюдение всех необходимых пунктов минимизирует шанс возникновения чрезвычайной ситуации до минимума.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Заключение

В выпускной квалификационной работе:

- 1) Приведена общая характеристика природных условий Крайнего Севера, а также характеристика нефтедобывающей платформы "ПА-А" и магистрального трубопровода;
- 2) Проведен анализ динамики поведения нефти, разлитой в северных условиях как на грунте, так и в акватории;
- 3) Проанализированы методы обнаружения, локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на территории Крайнего Севера, более конкретно на континентальном шельфе. Представлены материалы и средства для локализации и ликвидации разливов нефти.
- 4) Произведен расчет ущерба окружающей среде при аварии на магистральном трубопроводе, а именно водному объекту и почве, в соответствии с методикой определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах;
- 5) Произведен расчет финансовой и ресурсной эффективности данной выпускной квалификационной работы;
- 6) Рассмотрены вопросы, касающиеся производственной безопасности, экологической безопасности, безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			Заключение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					110	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Список использованных источников

1. Воробьев Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. / Акимов В.А., Соколов Ю.И. – М.: Иноктаво, 2007.– 368 с.
2. Альхименко А.И. Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними. / СПб: ОМ-Пресс, 2004. - 113 с.
3. Антипов, В. Анализ риска аварий и чрезвычайных ситуаций на нефтеперерабатывающих предприятиях – один из рычагов снижения аварийности / В. Антипов // Безопасность труда в промышленности. – 2004.– № 4. – С. 20-22.
4. Азизов, Х. Ф. Оценка риска аварийности нефтепроводных систем / Х. Ф. Азизов, Г. К. Ходжаева // Экологические системы и приборы. – 2008. – № 10. – С. 49-51. – Библиогр.: с. 51.
5. Алексеева, М. Н. Оценка негативного воздействия аварийных разливов нефти на окружающую природную среду на основе космических снимков / М. Н. Алексеева, Т. О. Перемитина, И. Г. Яценко // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. – № 2. – С. 12-17.
6. РД 153-39.4-074-01 Инструкция по ликвидации аварий и повреждений на подводных переходах магистральных нефтепродуктопроводов
7. РД-13.020.40-КТН-025-14 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Требования к разработке плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти (нефтепродуктов) на переходах МН (МНПП) через водные преграды
8. РД 153-39.4-058-00 Типовой план по организации и технологии работ по ликвидации разливов нефтепродуктов при авариях и повреждениях переходов магистральных нефтепродуктопроводов через крупные водные преграды

					<i>Технология сбора разливов нефти в условиях Крайнего Севера</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Павлова Т.Г.</i>			Список используемых источников	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Крец В.Г.</i>					111	115
<i>Консультант</i>						<i>НИ ТПУ, ИШПР, группа 2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

9. РД 31.4.01-99 Средства ликвидации разливов нефти в море.
Классификация

10. ВСН 51-9-86 Проектирование морских подводных нефтегазопроводов

11. ОР 06.00-74.20.55-КТН-002-1-01 Регламент о порядке расследования, оформления документации и организации контроля за ликвидацией последствий аварий, связанных с экологическим ущербом окружающей среде

12. ОР-13.020.30-КТН-161-13 Порядок применения действующих методик расчета ущерба окружающей среде при инцидентах и авариях с разливами нефти и нефтепродуктов. Примеры расчетов

13. Dickins, D.F. and I.A. Buist. 1981. Oil and Gas Under Sea Ice Study: Vols. 1&2. Prepared by Dome Petroleum Ltd. for COOSRA, Report CV-1, Calgary, AB, Canada (also published In: Proceedings 1981 International Oil Spill Conference, Atlanta GA, USA.

14. Potter, S. and I. Buist. 2010. In situ Burning in Arctic and Ice-Covered Waters: Tests of Fire-Resistant Boom in Low Concentrations of Drift Ice In: Proceedings Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar. Environment Canada. Ottawa, Canada.

15. РД 31.04.24-86 Инструкция по применению диспергентов нефти ОМ-6, ОМ-84 и Корексит 9527

16. ТУ 8026-016-670772902-2011 «Технические условия использования бонов заградительных морских надувных БЗ-МН».

17. РД 31.04.01-90 Правила ведения работ по очистке загрязненных акваторий портов

18. ТУ 8026-009-68457461-2014 «Технические условия применения сорбента»

Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах. Утв. Минтопэнерго РФ 1 ноября 1995 г [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

					Список используемых источников	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

<http://meganorm.ru/Data2/1/4293836/4293836449.pdf> (дата обращения 10.04.2019).

20. Фомина Е.Е. Учебное пособие по расчету ущерба окружающей природной среде при авариях на нефтепроводах с использованием программного продукта «Аварии на нефтепроводах». Фомина Е.Е.– М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2009. – 56 с.

21. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (утверждена приказом Минприроды России от 08.07.2010 №238).

22. Методика исчисления размера вреда, причиненного водными объектам вследствие нарушения водного законодательства (утверждена приказом Минприроды России от 13.04.2009 №87).

23. Методические указания для выполнения раздела выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»: методические указания / Г.Ю. Боярко, О.В. Пожарницкая, В.Б. Романюк, А.А. Вазим, И.В. Шарф, М.Р. Цибулькинова и др.; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2017. -166 с

24. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.

25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1) ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

26. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.

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

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

					Список используемых источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

29. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпид-надзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).

30. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.

31. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2).

32. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6 апреля 2003 г.).

33. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

34. Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 18 декабря 1998 г. № 51.

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

36. ГОСТ Р 12.4.296-2013 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных). Общие технические требования. Методы испытаний.

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

38. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от

12 апреля 2011 г. N 302н "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых

					Список используемых источников	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда".

39. Постановление Правительства РФ от 11.03.1999 №279 «Об утверждении Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве».

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

41. РД 31.89.01-89. Правила безопасности труда при производстве гидрографических, лоцмейстерских и других работ в Арктике.

					Список используемых источников	Лист
						115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		