

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
 ООП Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений
 Отделение школы Отделение нефтегазового дела

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

УДК 504.5:665.6(985)

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А2	Иванов Анатолий Владиславович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Антропова Н.А.	к.г.-м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына З.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ**21.03.01 Нефтегазовое дело****ООП «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»**

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК(У)-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК(У)-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента
ОПК(У)-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК(У)-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК(У)-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую

	документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен обеспечивать и контролировать выполнение показателей разработки месторождений и производственных процессов при эксплуатации скважин
ПК(У)-6	Способен обеспечивать выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту, диагностическому обследованию оборудования, проводить организационно-техническое обеспечение процесса добычи углеводородного сырья
ПК(У)-7	Способен выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-8	Способен использовать нормативно-технические требования и принципы производственного проектирования для подготовки предложений по повышению эффективности разработки месторождений и перспективному развитию процессов по добыче углеводородного сырья

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
 ООП Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений
 Отделение школы Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Чухарева Н.В.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-2Б8А2	Иванов Анатолий Владиславович

Тема работы:

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i>	Аварийный разлив в условиях Арктики								
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Природные условия российской Арктики 2. Литературный обзор по особенностям разливов нефти в Арктике 3. Характеристика основных методов локализации и ликвидации разливов нефти 4. Технология ЛАРН для арктических морей 5. Организационно-техническое обеспечение ЛАРН 								
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 40%; text-align: center;">Раздел</th> <th style="text-align: center;">Консультант</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</td> <td style="text-align: center;">Криницына З.В.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">«Социальная ответственность»</td> <td style="text-align: center;">Гуляев М.В.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Раздел	Консультант	«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Криницына З.В.	«Социальная ответственность»	Гуляев М.В.			
Раздел	Консультант								
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Криницына З.В.								
«Социальная ответственность»	Гуляев М.В.								

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:
Реферат

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Антропова Н.А.	К.Г.-М.Н., ДОЦЕНТ		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А2	Иванов Анатолий Владиславович		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-2Б8А2	Иванов Анатолий Владиславович

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделения 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 «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Виды и стоимость ресурсов: Человеческие ресурсы: 2 человека, общая стоимость суммы зарплат и отчислений на социальные нужды – 154141 руб.</i>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа; Определение целевого рынка и проведение его сегментирования; Анализ конкурентных технических решений</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Обоснование экономической выгоды за счет внедрения проекта</i>
<i>3. Оценка ресурсосбережения</i>	<i>Оценка ресурсосбережения</i>

Дата выдачи задания для раздела в соответствии с календарным учебным графиком

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына З.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А2	Иванов Анатолий Владиславович		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа 3-2Б8А2	ФИО Иванов Анатолий Владиславович
--------------------------	---

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделения 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»:

<p>Введение:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения. 	<p><i>Объектом исследования:</i> процесс ликвидации аварийных разливов в условиях Арктики</p> <p><i>Область применения:</i> Ликвидация разливов <i>Рабочей зоной</i> при производстве работ является полевые условия. Работы производятся в дневное время суток.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методические указания компании ПАО «НК Роснефть». 2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019). 3. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426-ФЗ (последняя редакция). 4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности объектов сжиженного природного газа». 5. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправкой). 6. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. 7. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 8. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к
--	--

	объемно-планировочным и конструктивным решениям.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ потенциальных вредных и опасных факторов – Обоснование мероприятий по снижению их воздействия 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума; - повышенный уровень вибрации; - отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; - производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождение работающих. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы); - производственные факторы, связанные с электрическим током; - пожарная безопасность при проведении огневых работ
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</p>	<p>Воздействие на биосферу: загрязнение почвы и водных объектов горючесмазочными материалами и химикатами.</p> <p>Воздействие на литосферу: таяние многолетнемерзлых грунтов.</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение водоемов сточными водами от ВТД</p> <p>Воздействие на атмосферу: загрязнение воздуха парами НСЖ при утечке.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> – образование пролива; – пожар пролива; – выброс паров НСЖ без последующего воспламенения; – выброс паров НСЖ с последующим воспламенением; – взрыв паров НСЖ в ограниченном пространстве. <p>Наиболее типичная ЧС: разгерметизация трубопровода.</p>

Дата выдачи задания для раздела в соответствии с календарным учебным графиком	
---	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б8А2	Иванов Анатолий Владиславович		

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Уровень образования бакалавриат
Отделение нефтегазового дела
Период выполнения осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
07.02.2023	<i>Введение</i>	5
28.02.2023	<i>Природные условия российской Арктики</i>	5
15.03.2023	<i>Литературный обзор по особенностям разливов нефти в Арктике</i>	5
18.03.2023	<i>Характеристика основных методов локализации и ликвидации разливов нефти</i>	10
27.03.2023	<i>Технология ЛАРН для арктических морей</i>	15
01.05.2023	<i>Организационно-техническое обеспечение ЛАРН</i>	10
04.05.2023	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
15.05.2023	<i>Социальная ответственность</i>	10
25.05.2023	<i>Заключение</i>	5
01.06.2023	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Антропова Н.А.	к.г.м.н., доцент		

Согласовано:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 94 страниц, 11 рисунков, 16 таблиц, 22 источников литературы

Ключевые слова: нефтяной разлив, Арктика, скиммер, морская бона, ликвидация аварийного разлива нефти

Актуальность исследования обусловлена тем, что поисково-разведочными работами на континентальном шельфе России установлено, что недра почти всех морей (за исключением Белого моря) перспективны по запасам нефти и газа, а открытые месторождения обеспечивают создание новых газонефтедобывающих районов, что говорит о необходимости разработки эффективных решений по удалению нефтяных разливов в условиях Арктики.

Цель работы – В работе рассмотрены методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти в арктических условиях. Указаны особенности технологий в арктических условиях - короткий день, ледовое покрытие, отсутствие инфраструктуры, суровые условия для жизнедеятельности людей. Согласно экспертным оценкам выбраны наиболее подходящие методы, технологии и оборудование.

Задачи:

1. Природные условия российской Арктики,
2. Анализ методов и технологий локализации и ликвидации разливов нефти и выбор оптимальных для ледовых условий арктических морей,
3. Определить перспективные направления развития технических средств для рассматриваемых условий.

В процессе исследования проводились: изучение данных литературы, а также нормативной документации по вопросам ликвидации аварийных разливов нефти.

Область применения: локализация и ликвидация разливов нефти и выбор оптимальных для ледовых условий арктических море.

Abstract

The final qualifying work consists of 94 pages, 11 figures, 16 tables, 22 literature sources

Keywords: oil spill, Arctic, skimmer, sea boom, emergency oil spill response

The relevance of the study is due to the fact that prospecting and exploration work on the continental shelf of Russia has established that the subsoil of almost all seas (with the exception of the White Sea) is promising in terms of oil and gas reserves, and open fields provide the creation of new gas and oil producing areas, which indicates the need to develop effective solutions for the removal of oil spills in the Arctic.

The purpose of the work: The methods of localization and liquidation of emergency oil spills in Arctic conditions are considered. The features of technologies in Arctic conditions are indicated - a short day, ice cover, lack of infrastructure, harsh conditions for human life. According to expert estimates, the most suitable methods, technologies and equipment have been selected.

Tasks:

1. Natural conditions of the Russian Arctic,
2. Analysis of methods and technologies for localization and elimination of oil spills and selection of optimal for the ice conditions of the Arctic seas,
3. Identify promising areas for the development of technical means for the conditions under consideration.

In the course of the study, the following were carried out: the study of literature data, as well as regulatory documentation on the elimination of emergency oil spills.

Scope of application: localization and elimination of oil spills and selection of optimal Arctic sea ice conditions.

Содержание

Введение.....	16
1. Природные условия российской Арктики.....	18
2. Литературный обзор.....	23
2.1 Особенности разливов нефти в условиях Арктики.....	23
2.2 Особенности распространения нефти при разливе в условиях Арктики.....	29
3. Характеристика основных методов локализации и ликвидации разливов нефти.....	35
3.1 Методы локализации.....	35
3.1.1 Ограждения ледостойких бонов.....	35
3.2 Методы ликвидации.....	37
3.2.1 Сжигание.....	38
3.2.2 Химическое диспергирование.....	40
3.2.3 Сбор.....	43
4.Технология ЛАРН для арктических морей.....	46
5. Организационно-техническое обеспечение ЛАРН.....	56
5.1 Скиммеры для работы в ледовых условиях.....	56
5.3 Современные конструкции огнестойких тяжелых морских бонов.....	61
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	63
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИ.....	63
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	63
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	63
6.1.3 SWOT-анализ.....	65
6.2 Планирование НИ работ.....	67
6.2.1 Структура работ в рамках НИ.....	67
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	68
6.3 Расчет материальных затрат.....	70
6.4 Расчет технико-экономических показателей.....	73
7. Социальная ответственность.....	77

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
7.2 Описание рабочего места	78
7.3 Анализ потенциальных вредных факторов производственной среды	79
7.3.1 ОВФ, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой, влажностью и скоростью движения воздуха.....	79
7.3.2 ОВФ, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека.....	81
7.3.3 ОВФ, связанные со световой средой и характеризующиеся отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения	82
7.3.4 ОВФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	82
7.4 Анализ опасных факторов.....	83
7.4.1 ОПФ, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.	83
7.4.3 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части	88
7.5 Экологическая безопасность.....	88
7.6 Защита при чрезвычайных обстоятельствах	89
Заключение	91
Список использованных источников	92

Сокращения и обозначения

АСГ - аварийно-спасательная готовность

АСС - аварийно-спасательное судно

АСФ - аварийно-спасательное формирование

ЛРН - ликвидация разливов нефти

МЧС - Министерство РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий

НВС - нефтеводяная смесь

НП - нефтепродукт

НСС - нефтесборные системы

ПЛРН - план по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов

РН - разлив нефти

РСЧС - единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

СО - судно обеспечения

ТБС - транспортно-буксирное судно

ЦПУ - центральный пункт управления

ЧС (Н) - чрезвычайная ситуация, обусловленная разливами нефти и нефтепродуктов

Введение

Арктические условия оказывают влияние как на вероятность разлива нефти в результате нефтегазовой деятельности, так и на последствия такого разлива. Те же самые природные условия Арктики, которые обуславливают высокие риски разлива нефти (отсутствие естественного освещения, предельно низкие температуры, дрейф льда, сильные ветры и плохая видимость), также могут крайне затруднить операции по ликвидации разливов нефти или же сделать их абсолютно неэффективными. Для решения проблем, связанных с потенциальными крупными разливами нефти на море, разработаны системы предотвращения разливов нефти и планы мероприятий по ликвидации последствий аварий в ходе осуществления деятельности по разведке, добыче, хранению и транспортировке нефти в арктических районах.

Как правило, системы ликвидации разливов нефти основываются на сочетании методов механического сбора и двух основных немеханических технологий для очистки или обработки разлитой нефти: сжигания на месте и применения диспергирующих веществ. Однако проведение любой из этих ответных мер может быть в значительной мере ограничено или даже невозможно из-за суровых природных условий, которыми характеризуется операционная деятельность в Арктике. Для большинства из этих технологий требуется использование воздушных и морских средств, наличие подготовленного персонала для их надлежащего введения в действие и функционирования. Удаленное местонахождение и отсутствие инфраструктуры может в значительной степени осложнять работу этих систем реагирования.

Суммарное влияние этих сдерживающих факторов может сделать проведение мер по ликвидации нефтяных разливов почти невозможным на протяжении длительных периодов времени в арктических и субарктических

областях. Практически во всех арктических регионах бывают сезоны, в течение которых природноклиматические условия препятствуют безопасному или эффективному осуществлению адекватных мер по ликвидации нефтяных разливов. Такая задержка реагирования существует в периоды, когда имеющиеся технологии не могут быть эффективными или же в результате сложившихся условий их применение невозможно в силу операционных ограничений или ограничений по условиям безопасности.

Актуальность исследования обусловлена тем, что поисково-разведочными работами на континентальном шельфе России установлено, что недра почти всех морей (за исключением Белого моря) перспективны по запасам нефти и газа, а открытые месторождения обеспечивают создание новых газонефтедобывающих районов, что говорит о необходимости разработки эффективных решений по удалению нефтяных разливов в условиях Арктики.

Цель работы – организационно-техническое обеспечение ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Арктики.

Задачи:

1. Природные условия российской Арктики,
2. Анализ методов и технологий локализации и ликвидации разливов нефти и выбор оптимальных для ледовых условий арктических морей,
3. Определить перспективные направления развития технических средств для рассматриваемых условий.

1. Природные условия российской Арктики

В Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу определены следующие особенности Арктической Зоны РФ, оказывающие влияние на формирование государственной политики в Арктике:

- экстремальные природно-климатические условия (включая постоянный ледовый покров или дрейфующие льды в арктических морях);
- очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкая плотность населения;
- удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоемкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;
- низкая устойчивость экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, и их зависимость даже от незначительных антропогенных воздействий.

Климат арктических пустынь чрезвычайно суров, с сильными ветрами, небольшим количеством осадков, очень низкими температурами (средняя температура даже самого тёплого месяца близка к 0 °С). Снежный покров на суше держится почти круглый год, сходя лишь на месяц-полтора, долгие полярные дни и ночи, длящиеся по пять месяцев, непродолжительные межсезонья. Лишь атлантические течения приносят в некоторые районы, такие, как западные берега Шпицбергена, дополнительные тепло и влагу. В арктической зоне существует собственный растительный и животный мир.

В «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утвержденной 18 сентября 2008 г. (Пр-1969), под АЗРФ понимается часть Арктики, в которую входят:

- территории, определенные решением Государственной комиссии при Совете Министров СССР по делам Арктики от 22 апреля 1989 г.;

- земли и острова указанные в Постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15 апреля 1926 г. «Об объявлении территорией СССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане», и прилегающие к этим территориям, землям и островам внутренние морские воды;

- территориальное море;

- исключительная экономическая зона и континентальный шельф Российской Федерации, определенные в соответствии с международным правом.

2 мая 2014 г. вступил в силу Указ № 296, определяющий границы сухопутных территорий АЗРФ.

В состав АЗРФ включены территории 8 субъектов РФ:

- Мурманской области;

- 7 муниципальных образований Архангельской области Ненецкого автономного округа;

- городского округа «Воркута» Республики Коми;

- Ямало-Ненецкого автономного округа;

- городского округа Норильска, Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района и Туруханского района Красноярского края;

- 5 улусов (районов) Республики Саха (Якутия);

- Чукотского автономного округа;

- земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в постановлении Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г. и других актах СССР (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Арктическая зона Российской Федерации

Территория континентальной суши АЗРФ составляет 4,9 млн км².

Острова занимают площадь 0,2 млн км.

Шельфовые и внутренние моря АЗРФ достигают площади 4 млн км².

Особенности природы АЗРФ:

- низкий радиационный баланс,
- близкие к 0 °С средние температуры воздуха летних месяцев при отрицательной среднегодовой температуре,
- существование ледников и многолетнемерзлых пород,
- преобладание тундровой растительности и арктических пустынь.

Ледовитость морских акваторий около 11 млн км² зимой и около 8 млн км² летом.

В связи с суровостью климата лишь небольшое количество людей живет за полярным кругом.

Северный полярный круг - параллель 66°33' к северу от экватора, в соответствии с географическим определением - южная граница Арктики. Большинство населенных пунктов в АЗРФ расположено на побережье

арктических морей или в непосредственной близости от него, а также в низовьях рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. 3 крупнейших города, расположенных за Северным полярным кругом, находятся в России: Мурманск (325 тыс. жителей), Норильск (205 тыс. жителей) и Воркута (85 000 жителей). 4 по количеству жителей является норвежский город Тромсе (62 тыс. жителей).

Регионы Российской Арктики - это область транспортно-экономического влияния Северного морского пути (СМП), продвинутая вглубь материка, как правило, на сотни километров в зависимости от конфигурации речной сети и других путей сообщения, связанных с существующими и потенциальными грузопотоками СМП.

В пределах Арктики расположены территории, континентальные шельфы и исключительные экономические зоны 8 арктических государств - России, Канады, США (Аляска), Норвегии, Дании (Гренландия и Фарерские острова), Финляндии, Швеции и Исландии.

Максимальную протяженность границ в Арктике имеет Россия (22 тыс. км). Границы АЗРФ могут уточняться в соответствии с нормативными правовыми актами РФ, а также с нормами международных договоров и соглашений, участницей которых является РФ.

Наблюдаемые в настоящее время изменения климата протекают с наибольшей интенсивностью в Арктическом регионе. При этом Арктика характеризуется крайней уязвимостью как к происходящим в настоящее время, так и ожидаемым в будущем изменениям климата, что ведет к серьезным социальным, экономическим и экологическим последствиям.

Природно-климатические факторы предопределили уровень экстремальности арктической зоны для проживания человека и ведения хозяйственной деятельности.

По данным Национального нефтяного совета (National Petroleum Council), на Арктику приходится до 25% всех неразведанных традиционных ресурсов углеводородного сырья планеты, из которых открытые запасы

нефти и газа в этом регионе составляют 191 млрд. баррелей нефтяного эквивалента, а потенциальные ресурсы, оцениваются в 525 млрд. баррелей нефтяного эквивалента, значительная часть углеводородного потенциала Арктики приходится на шельф арктических морей.

Запасы российской арктической зоны составляют: нефти - 7,3 млрд тонн (52 млрд баррелей нефтяного эквивалента); конденсата - 2,7 млрд тонн (19 млрд баррелей нефтяного эквивалента); природного газа - около 55 трлн кубометров (354 млрд баррелей нефтяного эквивалента).

Ресурсный потенциал Арктической зоны, по данным Минэнерго по состоянию на 18.02.2019, составлял более 35 млрд. тонн нефти и 210 трлн м³ газа.

2. Литературный обзор

2.1 Особенности разливов нефти в условиях Арктики

Широко известно, что по совокупности показателей токсичности и масштабам вовлечения в хозяйственную деятельность нефть является одним из наиболее существенных факторов экологического риска для биоты вообще, а арктической особенно в силу особой уязвимости природной среды к техногенному и антропогенному загрязнению.

В составе нефти содержатся мутагены, канцерогены, ингибиторы биосинтеза и другие токсиканты. Разливы, как показывает практика, могут произойти на всех этапах: добычи, транспортировки нефти или нефтепродуктов, а так же хранения.

Основными физическими параметрами, влияющими на разлитую нефть, являются ее плотность (относительная плотность, способность нефти держаться на поверхности) и вязкость (способность нефти держаться на поверхности и толщина слоя нефти).

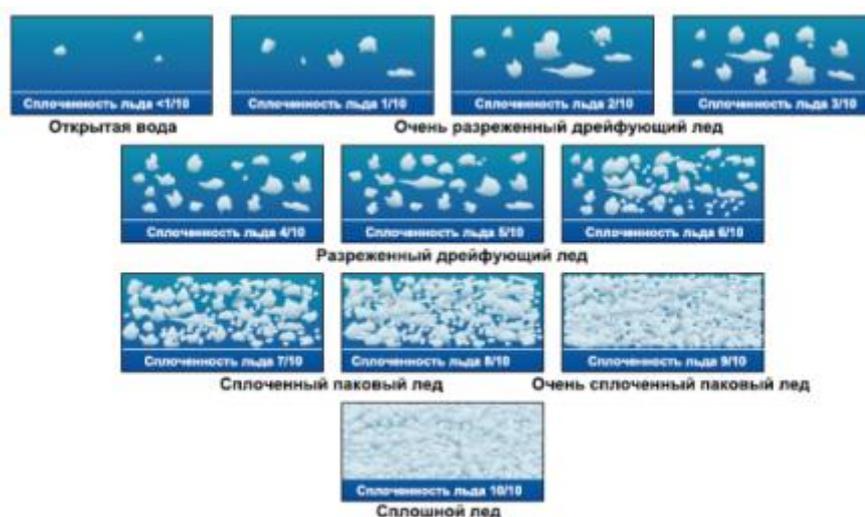


Рисунок 2.1 – Виды ледового покрытия по сплоченности льда

Характер поведения разлитой в арктических условиях нефти будет отличаться от характера поведения нефти, разлитой в регионах с более умеренным температурным режимом.

Основные различия, влияющие на метод ликвидации разлива нефти, включают в себя:

- Испарение: происходит, когда более легкие летучие компоненты теряются в большей степени благодаря скорости ветра, температуре и толщине нефтяного пятна. Интенсивность испарения разлитой нефти в арктических условиях ниже, чем в более теплых морях и при более высокой температуре воздуха.

- Распространение: учитывая присутствие льда, распространение нефти по поверхности моря в основном зависит от температуры воды и в меньшей степени от температуры воздуха. Разлитая нефть в арктических условиях более вязкая и распространяется меньше, чем нефть в более теплых водах. Это приведет к различному поведению разлитой нефти, что в свою очередь будет влиять на выбор оборудования и тактику борьбы с разливом.

В общих чертах можно сказать, что присутствие льда снижает общую эффективность операций по ликвидации аварийного разлива нефти. Существуют другие факторы, положительно влияющие на операции в арктических регионах. К ним относятся: увеличение толщины слоя разлитой нефти, сниженное воздействие погодных условий и образование эмульсии (смеси воды и нефти), уменьшение волн из-за гасящего эффекта льда и прекращение загрязнения береговой полосы из-за присутствия припая.

Среди потенциальных источников – фонтанирование скважины в периоды разведки или добычи, выбросы и утечки из резервуаров для хранения нефтепродуктов (на суше, разведочных, добывающих платформах), трубопроводов, а также в результате аварий с участием автомобильного, железнодорожного, речного или морского транспорта. Недавние многочисленные исследования, проведенные в США, показывают, что последствия долговременных нефтяных разливов, которые влияют на

температуру и субарктическую прибрежную среду, могут сохраняться дольше предыдущих прогнозов.

Например, во время аварии нефтяного танкера «Eхxon Valdez» в 1989 г., который сел на мель в заливе штата Аляска, остаточная нефть, попавшая в окружающую среду, оставалась там значительно дольше, чем прогнозировали ранее. В 2005 г. учёными было обнаружено, что нефть лишь немного выветрилась вдоль зоны разлива. Специалисты прогнозируют, что приповерхностная нефть может оставаться в почве на протяжении многих лет и даже десятилетий.

Предотвращение и ликвидация разливов нефти в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), оценка угроз и ущерба прибрежным территориям предполагают использование новейших технологий и оборудования, разработку системы математических моделей, предполагающих численное решение многофакторной и нелинейной задачи.

Наибольшую сложность в преодолении названных проблем вызывает не материковая часть АЗРФ, а зона шельфа и прибрежные территории. Как известно, в арктической зоне Российской Федерации низкие значения температуры и солености. Для зимних условий Арктики характерны:

- низкие температуры,
- экстремальные и непредсказуемые погодные условия,
- полярная ночь,
- образование и движение морских льдов.

Любое из перечисленных условий не только является фактором повышения рисков значительных аварийных разливов нефти, но и снижает эффективность мероприятий по их ликвидации. Распространение нефти на сплошном льду аналогично ее распространению на земле. Скорость распространения зависит в основном от вязкости нефти, поэтому при низких температурах отмечается тенденция к замедлению скорости распространения.

Итоговая общая площадь загрязнения зависит от неровностей на поверхности льда. Даже у гладкого однолетнего морского льда поверхность достаточно неровная, а дискретные деформации льда, такие как напластование, образование ледяных валунов и торосов могут привести к локальному увеличению неровностей, возвышающихся на десятки метров над уровнем моря.

Нефть, разлитая на неровную ледяную поверхность, может полностью удерживаться в закрытом объеме, ограниченном торосами и ледяными заторами. Это приводит к тому, что пятна нефти на льду, как правило, толще, а порядок их распространения значительно меньше, чем у аналогичных пятен, разлитых на поверхности открытой воды. Если лед покрыт слоем снега, то снег абсорбирует разлитую нефть, еще более снижая ее распространение. При разливе на снеговой покров нефть стекает вниз к слою льда, а затем медленно разливается по его поверхности под снегом.

В определенных случаях погодные условия Арктики могут быть благоприятными для ликвидации нефтяных разливов. Однако в целом арктические условия только препятствуют эффективным методам локализации и ликвидации разливов нефти, работе соответствующего оборудования, существенно повышают экологические и экономические риски.

Совершенно очевидно, что каждое из арктических морей располагает специфическими региональными особенностями. Поэтому проведение исследований и последующая разработка практических рекомендаций по локализации и ликвидации нефтяных разливов с методологической точки зрения предполагают формирование соответствующих каждому конкретному региону экологических стандартов, норм и требований. Основными экологическими угрозами в Арктической зоне России являются загрязнения, накопление отходов, высокие риски и нерентабельные затраты при освоении природных ресурсов, глобальные изменения климата и их влияние на зону

вечной мерзлоты, развитие опасных природных процессов, которые увеличивают экологический риск и наносят ущерб арктической зоне.

На данное время используются несколько основных методов ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов:

- механический,
- термический,
- физико-химический,
- биологический.

Механический сбор нефти является основным методом ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов. Он является наиболее эффективным в первые часы после разлива. Это связано с тем, что в это время толщина слоя нефти остается достаточно большой. Однако при малой толщине нефтяного слоя, большой площади разлива процесс отделения нефти от воды становится более затруднительным. Осложнения по очистке акваторий портов и верфей от нефти и нефтепродуктов вызывает также мусор, плавающий на поверхности воды.

Термический метод основан на выжигании слоя нефти. Он используется в начале и после загрязнения, до образования эмульсий с водой и применяется в сочетании с другими методами ликвидации разлива.

Физико-химический метод основывается на использовании реагентов и является эффективным в тех случаях, когда механический сбор нефти и нефтепродуктов невозможен (при малой толщине пленки, или когда разлив нефти и нефтепродуктов является угрозой для прилегающих районов).

Биологический метод представляет собой очистку воды с использованием специальных бактерий. Он основывается на определенных приемах, которые ускоряют процессы деградации нефтепродуктов, и используется после применения механического и физико-химического методов при толщине пленки не менее 0,1 мм.

При выборе метода ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов нужно исходить из следующих условий: выполнение всех работ должно

осуществляться в кратчайшие сроки; операции по ликвидации разлива нефти нефтепродуктов должны нанести минимальный экологический ущерб, а площади должны быть меньшими, чем сам аварийный разлив.

Бурение в Арктических зонах, а так же на их шельфах крайне опасно: в мире не существует успешных практик по ликвидации нефтяных разливов в ледовых условиях. Если акватория моря покрыта льдами хотя бы на 10%, механические средства сбора теряют свою эффективность.

При экстремально низких температурах нефть становится густой, что может затруднить работу насосов и других механических средств, использующихся при ликвидации разливов. Другой популярный метод уборки нефти – сжигание может не сработать из-за удаленности платформы: необходимое для этого оборудование нужно доставить к месту аварии в течение 50 часов, так как позже разлитая нефть становится непригодной для сжигания.

В рамках реализации масштабной международной междисциплинарной межотраслевой программы, которая осуществлялась на протяжении четырех лет (2006–2009 гг.), были проведены два полевых исследования в Баренцевом море (Норвегия) между 78 и 79° с.ш. в восточной части архипелага Шпицберген (Свальбард) в условиях присутствия пакового льда.

В 2008 г. исследователи провели два нелокализованных небольших разлива нефти общим объемом 0,8 м³ (5 баррелей) с целью испытания собирающих ПАВ на эффективность утолщения нефтяной пленки в условиях открытого пакового льда, достаточных для сжигания нефти. Испытания увенчались полным успехом: ученые зафиксировали эффективность удаления нефти более 90%. Такие полевые испытания эффективности применения локализирующих ПАВ в сочетании с методом сжигания нефти на месте разлива в арктических водах проводились впервые.

В рамках проекта 2009 г. были проведены три разлива (объемом 0,5; 2,0 и 7,0 м³) среди плотного пакового льда (более 80%) для исследования

выветривания и поведения нефти, а также оценки эффективности мероприятий ЛАРН.

В ходе испытаний было выяснено, что сжигание толстой нефтяной пленки, сконцентрированной между паковыми льдинами, является очень эффективным (что подтвердили и предыдущие исследования в Канаде и других странах); применение диспергентов является потенциально эффективным при ликвидации разливов нефти среди пакового льда при условии достаточного перемешивания; при низкой сплоченности льда можно применять огнеупорные боны, как для сбора, так и для сжигания нефти с высокой эффективностью.

Измерения показателей выветривания и сжигаемости нефти, подтвержденные как лабораторными, так и полевыми исследованиями, были использованы для разработки моделей, способных прогнозировать период применимости сжигания нефти для различных условий разлива.

2.2 Особенности распространения нефти при разливе в условиях Арктики

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, 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. Нефть, накопившаяся подо льдом во впадинах, в процессе замерзания 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.

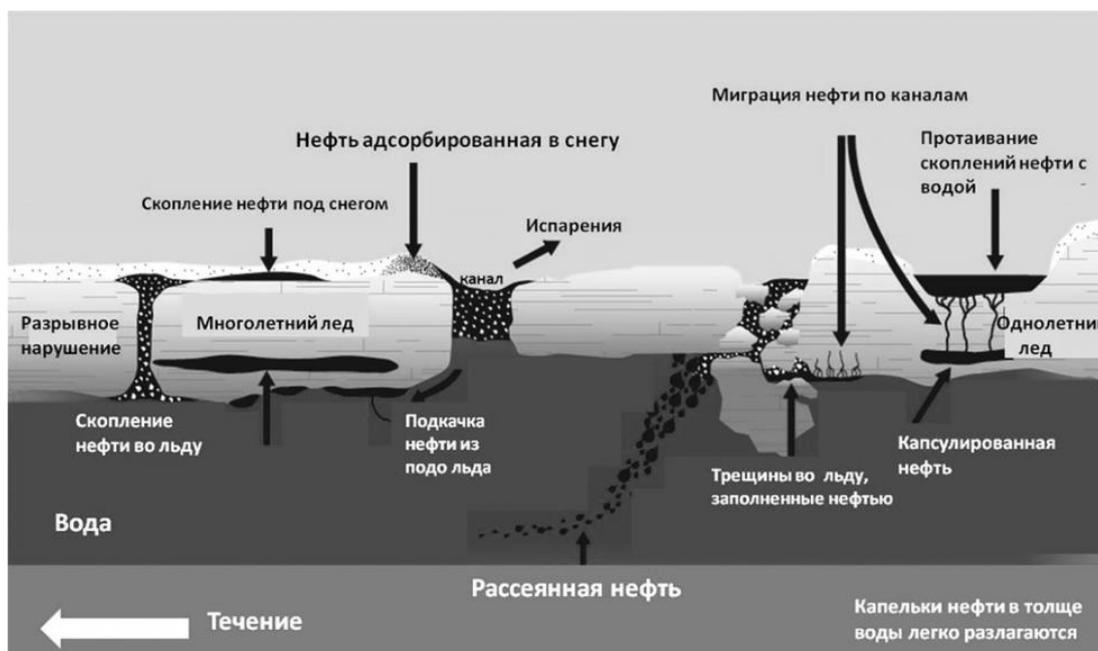


Рисунок 2.2 - Модель просачивания и проявления нефти в арктических условиях

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.

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 растает, 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 (двухлетним или многолетним), задерживается благодаря неровностям нижней поверхности ледового 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, вмерзшая 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.

Таким образом, 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 Арктики.

3. Характеристика основных методов локализации и ликвидации разливов нефти

3.1 Методы локализации

3.1.1 Ограждения ледостойких бонов

Боны представляют собой плавающие заграждения, предназначенные для выполнения одной или нескольких из следующих функций:

- сдерживание и локализация нефти (ограждение 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.

В таблице 3.1 представлена классификация бонов и их характеристика.

Таблица 3.1 – Классификация боновых заграждений

Характер действия	Тип боновой конструкции
Оперативный	- Обыкновенное - Ледовое (повышенной прочности) - Нефтепоглощающее

	- Жесткое
	- Эластичное
	- Принудительно надувное
	- Самораскрывающееся
	- С внешним поплавком
Стационарный	- 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.

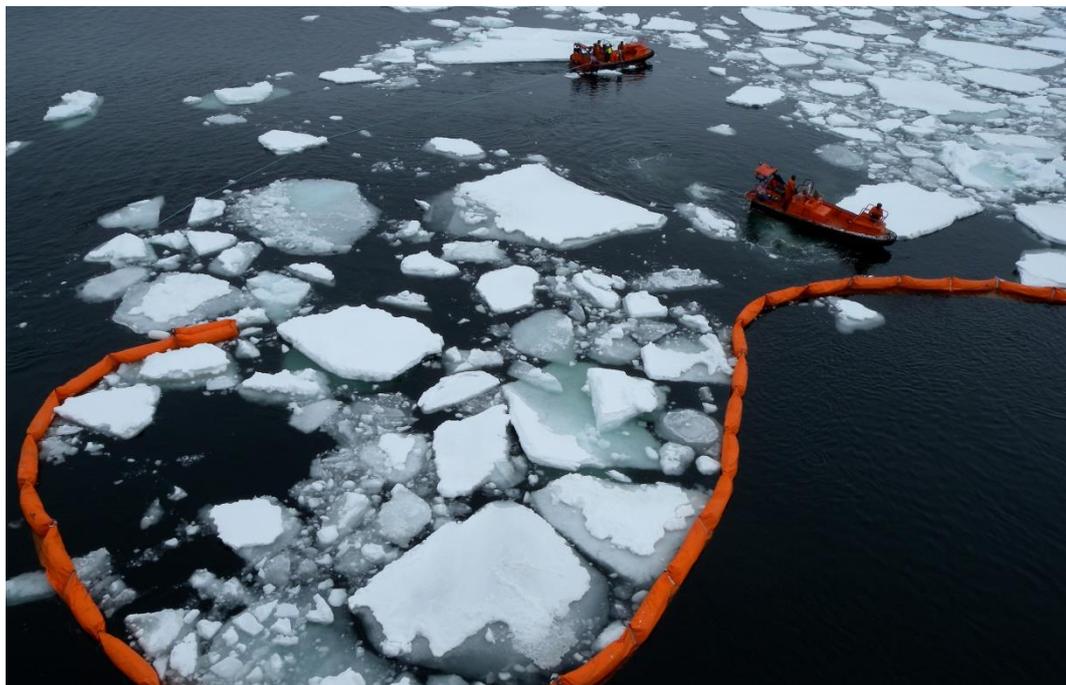


Рисунок 3.1 – Локализация разлив с помощью бонового заграждения

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.

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 боными, что позволяет эффективно собирать нефть, сконцентрированную в ограниченном пространстве. Такие судна могут маневрировать между крупными льдинами при большей концентрации льда.

3.2 Методы ликвидации

3.2.1 Сжигание

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 ограждениями. Быстрое удаление нефти с водной поверхности может защитить морских млекопитающих, птиц и береговую линию от загрязнения нефтью.

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 ограждений. 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 буксируемых 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 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.

3.2.2 Химическое диспергирование

Диспергент – сложный химический препарат, который служит для разрушения нефтяной пленки на поверхности воды.

Использование диспергентов является одним из основных методов ликвидации разливов нефти в море. Диспергирование нефти на поверхности моря и подводным способом часто может оказаться самым быстрым и эффективным методом ликвидации последствий аварии. Как и любой другой метод, использование диспергентов имеет как ограничения, так и уникальные возможности для успешной ликвидации крупных разливов нефти в море.

Для успешного применения диспергентов необходима минимальная энергия волн. Оптимальная скорость волн – 4-12 м/с.

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.

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. 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.

Важным аспектом работы по подготовке планов ликвидации разливов нефти является выбор диспергента для использования в морской воде водных объектов рыбохозяйственного назначения. Применение диспергента должно проводиться при обязательном соблюдении норматива предельно допустимой концентрации (ПДК) диспергента для такой воды. Данный показатель определяет максимальную концентрацию препарата в воде,

которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

FINASOL OSR 52 – диспергент для борьбы с разливами нефти в море, зарекомендовавший себя во всех частях света в качестве универсального средства, имеющего обширную географию допуска и использования, работающего эффективно в различных климатических условиях с различными типами нефти.

Диспергент FINASOL OSR 52 является современным препаратом для борьбы с разливами нефти в море. Продукт зарегистрирован во всех частях света, в большинстве стран, где существуют или разрабатываются оффшорные проекты. Он имеет обширную географию допуска и использования, показав себя универсальным средством, которое работает эффективно в различных климатических условиях с различными типами нефти. Это и Норвегия с арктическим шельфом, и Австралия и Новая Зеландия со своими особенностями допуска диспергентов к использованию, и страны Ближнего Востока и Африки. Ряд тестов как зарубежных, так и российских лабораторий показали высокую эффективность диспергента FINASOL OSR 52 как при низких температурах и высокой солености океанических вод, так и при средних температурах и средней солености морских вод. Это дает возможность применять его, эффективно обслуживая практически все оффшорные нефтегазовые проекты в Российской Федерации: существующие и перспективные.

«Газпром нефть» совместно со специалистами Инжинирингового центра МФТИ разработала рецептуру диспергента для ликвидации разливов нефти в ледовых условиях. Она создана с учетом климатических особенностей арктических морей. Сегодня это единственный российский реагент для ликвидации разливов нефти при низких температурах. Лабораторные испытания показали, что его эффективность в ледовых условиях достигает 80%.

Уникальная технология создавалась более двух лет. Для моделирования природных условий Арктики в лабораторию МФТИ было доставлено более 10 000 литров воды и 400 килограммов льда из Баренцева моря.

Разработка диспергента была выполнена в рамках участия «Газпром нефти» в работе Энерготехнохаба «Санкт-Петербург». В ближайшее время ожидается технико-экономическая оценка нового продукта, оформление разрешительной документации на его применение и регистрация товарного знака.

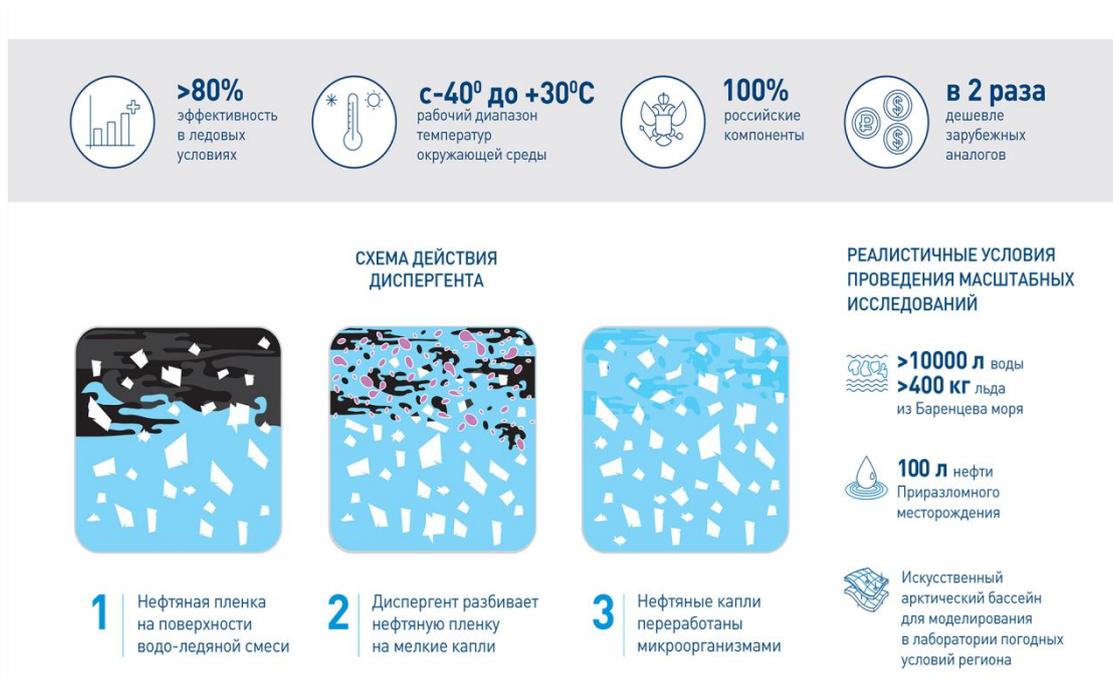


Рисунок 3.2 – Инновационный диспергент, созданный для безопасной работы в Арктике

3.2.3 Сбор

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 условий Арктики.

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.

4.Технология ЛАРН для арктических морей

Любая тактика реагирования на разливы во льдах должна исходить из минимизации риска попадания нефти во льды, поэтому везде, где есть участки открытой воды с нефтью, должно обеспечиваться максимально оперативное и интенсивное применение всех имеющихся средств для ее сбора. В настоящей работе основное внимание уделено механическому сбору разливов нефти, которому в России отдается традиционное предпочтение как наиболее щадящей технологии.

Ликвидационные работы в ледовых условиях отличаются от работ на открытой воде, где концентрация нефти и ее приток к нефтесборным устройствам обычно осуществляется тралением разлива линиями бонов, что обеспечивает площадной сбор нефти точечными устройствами.

Во льдах использование бонов ограничено и на приток нефти можно рассчитывать только при наличии течения, приносящего нефть к устройствам или прижимающего разлив к кромке сплоченного льда, у которой могут формироваться участки с толщиной, достаточной для эффективного сбора. Можно ожидать, что сбор крупного разлива нефти в битом льду не будет непрерывным и потребует многократных перестановок нефтесборных устройств в покрытых нефтью разводьях между льдами. При этом производительность нефтесборного оборудования может быть далека от его паспортных характеристик в силу перерывов в его работе, обусловленных свойствами собираемой нефти, имеющей повышенную вязкость при низких температурах, и характеристиками разливов (стандартные процедуры тестирования нефтесборных устройств проводятся для массивных разливов толщиной 10 мм и более).

Сбор значительных количеств разлитой нефти потребует много времени, многочисленных нефтесборных устройств и их носителей с вытекающими отсюда трудностями ресурсного и организационного характера. В значительной мере эти соображения относятся и к организации

сжигания и диспергирования нефти, где при отсутствии обширных нефтяных полей также придется проводить локальные операции в отдельных разводьях.

Эти обстоятельства и постоянно присутствующий в месте разлива риск осложнения ледовой обстановки в силу сжатия льдов и/или быстрого ледообразования создают опасность захвата разлитой нефти льдами и вовлечения нефтяного загрязнения в дрейф льда с сопутствующими процессами трансформации, роста и таяния льда и миграции загрязнений в толще льда. Еще большие сложности могут возникать при подводных разливах, когда нефть сразу оказывается под сплошным или сильно сплоченным льдом (например, при авариях морских трубопроводов или в результате подводных выбросов из скважин).

Ликвидация разливов в битом льду

При сборе нефти на участках с битым льдом рано или поздно приходится решать проблему отделения битого льда у места забора нефти нефтесборными устройствами. Здесь вряд ли есть универсальное решение, но можно выделить следующие концепции: точечную, когда сепарация льда производится непосредственно у нефтесборного устройства, и площадную, связанную с управлением ледовой обстановкой в районе работ.

Точечная концепция сводится к отклонению плавучего льда средствами защиты нефтесборных устройств. Среди относительно успешных проектов можно указать навесную бортовую систему Oil Ice Separator компании Lamog, притапливающую крупный лед наклонной защитной решеткой и собирающую всплывающую нефть с отделением мелких льдин на сорбирующем щеточном транспортере (рисунок 4.1). Известно, что в настоящее время система работает на 5 судах в Балтийском море.



Рисунок 4.1 - Нефтесборная система Oil Ice Separator

Также широкое применение нашел бортовой ковшовый нефтесборщик Recovery Bucket, притапливающий лед усилием ковша с щеточным скиммером (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 - Нефтесборная система Recovery Bucket

На принципах Recovery Bucket разработаны новейшие мощные системы Rear Brush (рисунок 4.3) и SternMax с решетчатым защитным ковшом.



Рисунок 4.3 - Система Rear Brush на судне Louhi, Финляндия

Все указанные системы размещаются на судах, имеющих мощность и ледовый класс, достаточные для несения дежурства у морских нефтегазовых сооружений. Следует отметить, что первый промышленный образец системы SternMax поставлен в Россию для нужд Приразломного нефтяного месторождения («Газпром нефть»).

Площадной подход использует принципы управления. Примеры возможных схем организации сбора разлива нефти во льдах показаны на рисунке 4.4.

В настоящее время в практике управления ледовой обстановкой появились новые решения, когда вместо таких тяжелых бонов используются так называемые ледовые сети из синтетических материалов с хорошей проницаемостью для воды (рисунок 4.5).

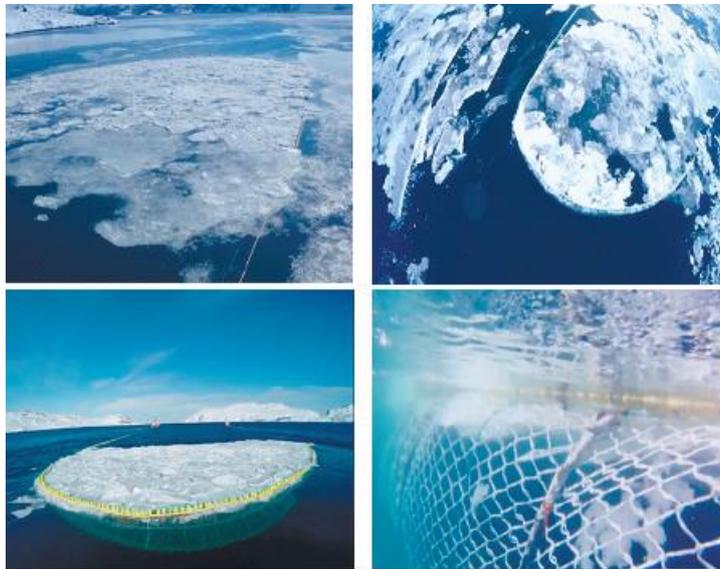


Рисунок 4.5 – Траление льда ледовой сетью

При тралении льда с достаточной скоростью находящаяся в нем нефть будет вымываться и станет доступной для сбора обычными средствами. Остающаяся после буксировки компактная масса льда может быть ограждена и при наличии достаточного времени очищена с использованием точечных нефтесборных устройств. При ухудшении ледовой обстановки и дефиците времени такое загрязнение может быть отмечено индикаторными буюми для отслеживания его дрейфа со льдами и последующей очистки.

Такая тактика позволяет рационализировать работы ЛРН во льдах с возможностью повышения эффективности сбора нефти и сокращения времени ликвидации разлива за счет увеличения доли работ, проводимых по открытой воде. Ледовые сети в конфигурации 160 м по длине, 5 м по высоте были опробованы при различной сплоченности льда и показали практическую возможность управления ледовой обстановкой.

Работы у сплоченной ледовой кромки и у ледовой границы

Сплоченная ледовая кромка считается фактором, ограничивающим растекание и перенос разливов нефти, но одновременно и границей контакта нефти с сильно сплоченным льдом, где нефть может проникать в лед, если это не граница толстого сплошного льда, и под лед, если лед будет достаточно тонким.

Скопления нефти у кромки льда кажутся благоприятными для ее сбора, но расчет на быстрый сбор у кромки может не оправдаться, так как прикромочные скопления могут быть недолговечными, если течения во льдах имеют приливный характер с быстрым и циклическим изменением направления. Предпочтительно собирать нефть в возможно более разреженном льду на удалении от кромки сплоченного льда или при изоляции разлива от кромки, так как прижимающий напор создает опасность проникновения нефти в ледовые трещины и под лед.

В случае, если быстрый сбор нефти у ледовой кромки невозможен, ледовую границу следует защищать от этого опасного контакта. Для этого могут быть использованы боны постоянной плавучести, если разлив еще не подошел к кромке, и специальные химические реагенты, если контакт близок или уже состоялся.

После отделения нефти от кромки льда разлив может быть захвачен обычными бонами или изолирован от повторного контакта с ледовой кромкой.

В сплоченных и сплошных льдах

При проведении работ ЛРН необходим постоянный контроль и прогноз ледовой обстановки, которая может быстро и кардинально изменяться. Даже разлив, первоначально находившийся на открытой воде, может быстро захватываться льдами.

Ситуация осложняется, если разлив скрыт льдами и его местонахождение точно не известно. Не отвлекаясь на описания ледовых процессов, можно предполагать следующее:

- вероятнее всего, разлив подо льдом будет разбит на локальные участки, приуроченные к неровностям нижней поверхности льда;
- каждое локальное загрязнение может иметь свою собственную судьбу в зависимости от ледообразования льда, его дрейфа, сжатий и разрежений, а также возможного переноса подводными течениями;
- в период продолжающегося ледообразования нефть будет проникать в лед, участвуя в его переносе;
- в периоды, когда ледообразование отсутствует и в тающих льдах возможен выход загрязнения на поверхность льда, а при разломах льда – на поверхность воды;
- площадь возможного распространения и неопределенность мест расположения загрязнений будет возрастать с течением времени.

В результате этих процессов загрязнение приобретает нерегулярный площадной характер и его ликвидация требует поиска локальных загрязнений и вскрытия льда на местах обнаруженных (или предполагаемых) загрязнений. При поиске скрытых загрязнений ключевым вопросом становится оперативность и точность вывода аварийно-спасательных сил и средств на места работ. При значительных размерах обследуемых ледовых площадей поиск загрязнений может составить заметную, если не основную, долю затрат на ликвидацию разливов.

Считая известными технологии ликвидации обнаруженных локальных загрязнений, для сокращения поисковых площадей можно рекомендовать следующие меры:

- ограничение распространения нефтяного загрязнения подо льдом;
- размещение на льду в местах первоначальных и обнаруживаемых нефтяных загрязнений сигнальных буйев длительного действия для слежения за дрейфом участков ледового покрова;
- поиск выходов загрязнений на поверхность воды и скрытых загрязнений дистанционными средствами обнаружения;

- распределенные наблюдения региональных гидрологических параметров и дрейфа льдов для обеспечения оперативного прогноза распространения загрязнений со льдом и подо льдом.

Физическим средством ограничения распространения нефтяного загрязнения подо льдом может быть оконтуривание первоначальной площади загрязнения и обнаруживаемых массивных нефтяных скоплений подо льдом ледовыми каналами, так как:

- отсутствие видимых следов нефти при проходке канала свидетельствует о вероятном нахождении загрязнения внутри контура, которым в дальнейшем может ограничиться поисковая площадь;

- открытый ледовый канал является барьером для распространения нефти, которая будет всплывать при выходе к кромкам канала;

- закрывающийся ледовый канал способствует созданию неоднородностей на нижней поверхности льда, которые смогут накапливать подходящие к нему загрязнения, если на месте канала образуется поднятие, или служить барьером для перехвата распространения нефти, если возникнет торшение льда вдоль сходящихся при сжатии кромок канала;

- если нефть будет обнаружена в канале или на изломах ледовой кромки, то в таких местах можно организовать оперативный сбор нефти или как минимум отметить их визуальными средствами или ледовыми буями, а ледовой канал следует продублировать для перехвата нефти, смещая его трассу в предполагаемом направлении переноса.

Эти меры могут быть эффективны в начальный период захвата нефти льдами и при наличии данных о возможных направлениях распространения нефти подо льдом. При отсутствии сильных стационарных течений растекание и перенос разливов подо льдом происходит относительно медленно и за 24 часа их удаление от источника составляет величину порядка 1000 м. В дальнейшем должно быть организовано наблюдение за состоянием каналов, в том числе их повторная проходка вблизи места разлива.

Размещение ледовых буев и отслеживание их положения во время операций ЛРН позволяет фиксировать участки льда с вероятным наличием нефтяных загрязнений. Имеется достаточный опыт разработки и применения таких буев в ледовых условиях. Особо следует отметить наличие в этой области передовых российских разработок. В данном случае будут востребованы простейшие функции таких буев – их выживание и возможность определения их координат.

В таблице 4.1 показана применимость технологий ликвидации разливов.

Таблица 4.1 - Применимость технологий ликвидации разливов

Технология ликвидации	Открытая вода	Ледовые условия									
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Механические средства											
Обычные средства (боны и скиммеры)	■	■	■	■	■						
Скиммеры с судов ледового класса			■	■	■	■	■	■	■	■	■
Специализированные средства				■	■	■	■	■	■		
Сжигание на месте											
Использование огнестойких бонов	■	■	■	■							
Сжигание во льдах				■	■	■	■	■	■	■	■
Диспергирование											
С самолета	■	■	■								
С вертолета	■	■	■	■	■						
С судна	■	■	■	■							

5. Организационно-техническое обеспечение ЛАРН

5.1 Скиммеры для работы в ледовых условиях

Несмотря на значительные проблемы использования скиммерных систем в условиях ледовых морей, их применение остаётся действенным методом ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЛАРН) в мелкобитом льду с размером льдин до 2 м и показателем сплочённости от 3 до 7 баллов.

При этом, в случае, когда размер ледовых образований не превышает 0,1 м, ледяные иглы, сало, снежура, шуга и обломки льда, как правило, собираются нефтесборщиками вместе с нефтью.

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.

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

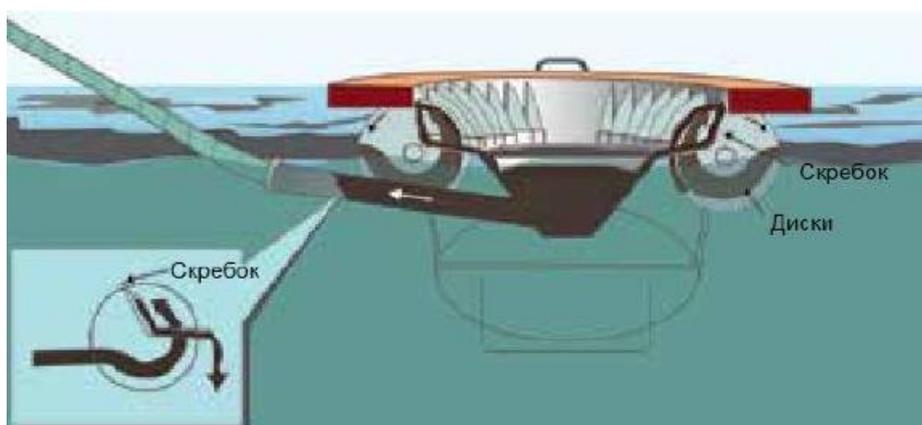


Рисунок 5.1 – Олеофильный скиммер для маловязких нефтей

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 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.

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).

5.2 Современные конструкции ледостойкой бонны

Бон нефтеограждающий зимний БНз-15.\ Регулируемый затвор позволяет устанавливать бон в прорезь шириной от 100 до 400 мм. Стойки позволяют варьировать глубину погружения экрана под лед. Фиксация подвижных элементов бона с помощью рым-болтов - удобно закручивать руками или любым отрезком стального прута, без применения инструмента. Наличие шипов на опорах затвора - что позволяет лучше закрепить опоры на льду. Установка бона не требует применение бура.

Принцип действия зимнего бона основан на создании механического барьера на пути движения нефти или нефтепродуктов для их задержания и отвода к местам их сосредоточенного сбора (майнам) нефтесборными устройствами или иными способами. Соединенные между собой секции бона устанавливаются в виде сборной конструкции в ледовую прорезь. При этом нижняя часть бона опускается ниже нижней кромки льда не менее чем на 250мм, что препятствует распространению нефти (нефтепродуктов) и позволяет задержать и отвести нефть к майнам.

Секция бона нефтеограждающего зимнего БНз-15 состоит из замковых и промежуточных стоек, подвижного затвора, позволяющего закрепить бон в ледовой прорези, и регулируемого экрана.

Стойки и подвижный затвор изготовлены из стального профиля. На всех стойках смонтированы поворотные замки для крепления экрана.

Экран представляет собой полотно длиной 15м из ПВХ ткани к воздействию воды, нефти, нефтепродуктов, солнечной радиации и микроорганизмов. Экран надежно крепится на стойки через люверсы с помощью поворотных замков.

Конструкция бона БНз обеспечивает простоту эксплуатации и не требует применения буров и другого дополнительного оборудования и инструмента (кроме ледорезных установок для ледовых прорезей и майн).

Опора стойки в месте прилегания ко льду имеет шипы, предотвращающие проворот стойки при установке.

Основные технические характеристики бона зимнего БНз-15

Параметр	БНз-15/1000	БНз-15/1250	БНз-15/1500
Длина секции, м	15		
Высота бона, мм.	1000	1250	1500
Высота экрана, мм	500	600	700
Ширина ледовой прорези, мм	100 ... 400		
Масса погонного метра бона, кг.	3,2	3,3	3,4
Время разворачивания секции, мин.	5		
Скорость течения, м/с	до 0,3		

5.3 Современные конструкции огнестойких тяжелых морских бонов

Боны огнестойкие «БНО» предназначены для работы в прямом контакте с горящими нефтепродуктами и служат для локализации горящих разливов нефти и нефтепродуктов, а так же когда существует вероятность возгорания разлива. Так же **боны «БНО»** могут применяться в качестве заградительных бонов для оцепления нефтяного разлива и транспортировки его от места возможного возгорания и последующего сбора нефтесборщиками или скиммерами.

Боны огнестойкие изготавливаются 2-х метровыми секциями, выполненными из жаростойкой нержавеющей стали. Материалы, используемые в конструкции бона, обеспечивают механическую прочность

бона, стойкость к коррозии в речной и морской воде, а так же стойкость к экстремальным температурам, возникающим при горении нефти.

Секции **огнестойкого бона** связаны между собой петельным соединением, придающим бону подвижность и исключаяющим возможность протекания нефтепродукта. Удобные петельные замки не требуют применения инструмента для соединения и разъединения секций. Секции бона оснащаются ручками для удобства использования.

Специальная форма поплавков обеспечивает минимальное сопротивление бона при транспортировке по воде.

Таблица 5.1 - Технические характеристики комплекта бонов огнестойких «БНо» (5 секций, общей длиной 10м)

Параметр	БНо 10/500	БНо 10/600	БНо 10/700
Длина комплекта, м	10	10	10
Высота бона (секции), мм	500	600	700
Условный диаметр поплавка, мм	220	250	260
Прочность на разрыв соединения, т	1,5	1,5	1,5
Огнестойкость, мин	не менее 240	не менее 240	не менее 240
Масса погонного метра, кг	13	15	17

Таблица 5.2 - Параметры комплекта бонов огнестойких «БНо» (5 секций, общей длиной 10м) в транспортной упаковке

Параметр	БНо 10/500	БНо 10/600	БНо 10/700
Размер комплекта секций, ДхШхВ, мм	2100х600х800	2100х700х800	2100х800х800
Объем комплекта секций, м ³	1,75	2	2,25
Масса комплекта секций, кг	160	180	200

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИ

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальные потребители определяются как компании, которые занимаются добычей нефти в условиях Арктики.

Транспортировка нефти является процессом, который позволяет реализовать перемещение нефти на длительные расстояния, в связи с чем, строительство магистрального нефтепровода является важной частью системы доставки добытой нефти от месторождения до потенциального потребителя.

В таблице 6.1. приведена карта сегментации рынка предоставляемых услуг.

Таблица 6.1 – Карта сегментации рынка предоставляемых услуг

		Вид деятельности	
Размер компании		Межпромысловая перекачка	Магистральный транспорт нефти
	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Как видно из представленных данных мелкие и средние компании выступают в качестве основных сегментов рынка.

Продвижение продукта разработки - технологии строительства магистрального нефтепровода через водные преграды – направлено на средние и мелкие нефтяные компании.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений рассчитывается по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot B_i$$

Где B_i – балл i показателя;

B_i – вес показателя;

K – конкурентоспособность научной разработки.

Ниже в таблице 6.2 приведена оценочная карта для решения, представленного в рамках данной работы.

Таблица 6.2 - Оценочная карта конкурентноспособности

Критерии оценки	Вес критерий	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{K_1}	B_{K_2}	K_{ϕ}	K_1	K_2
Технические критерии оценки							
Повышение эффективности сбора нефти	0,03	2	3	3	0,25	0,20	0,35
Надежность	0,10	2	2	3	0,2	0,2	0,2
Безопасность	0,20	3	4	3	0,3	0,3	0,4
Эффективность	0,20	3	5	3	0,75	0,25	0,10
Сложность в эксплуатации	0,04	2	3	4	0,15	0,25	0,10
Экономические аспекты критерий для оценки эффективности							
Стоимость	0,03	2	5	4	0,2	0,2	0,2
Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	3	4	5	1	0,5	0,8
Уровень проникновения на рынок	0,20	5	2	3	0,70	1	0,8
Итого	1	22	28	28	3,55	2,9	2,95

В качестве K_1 рассматривается диспергент Finasol Osr 52, в качестве K_2 – диспергент Газпром.

Большой показатель для ННБ говорит о том, что в условиях речной системы Томской области, в рамках данной работы, ННБ является более конкурентоспособным.

6.1.3 SWOT-анализ

Матрица для выполнения SWOT-анализа представляет собой оценку сильных и слабых сторон проекта, а также возможности угрозы.

Ее разработка осуществляется в два этапа.

Данные первого этапа представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Матрица для проведения SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1 – применение в условиях Арктики С2 – варьирование технических средств С3 – высокая эффективность	Слабые стороны: Сл1 – большие материальные затраты Сл2 – Влияние погодных особенностей на процесс применения Сл3 – Конкурентные решения
Возможности: В1 – использование в северных условиях В2 – появление дополнительного спроса В3 – увеличение площади охвата		
Угрозы: У1 – ужесточение требований законодательства на государственном уровне У2 – рост стоимости работы и материалов в связи с нестабильной экономической ситуацией в стране У3 – повышение конкуренции		

На следующем этапе проведено выявление как слабых, так и сильных сторон исследования в рамках данной ВКР со стороны внешних условий окружающей среды. На основании проведенного анализа выявляется необходимость проведения изменений в стратегии деятельности предприятия. В таблице 6.4 представлена интерактивная матрица проекта.

Таблица 6.4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3
Возможности	B1	+	0	+
	B2	0	+	0
	B3	+	0	-
Результаты B1C1C3, B2C2, B3C1				
Угрозы	У1	+	0	0
	У2	0	+	-
	У3	+	0	-
Результаты У1C1, У2C2, У3C1				
Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности	B1	+	0	0
	B2	0	-	0
	B3	0	-	0
Результаты B1Сл1,				
Угрозы	У1	+	0	0
	У2	0	0	0
	У3	0	-	0
Результаты У1Сл1				

Следующий этап включает сопоставление данных предыдущих таблиц, чтобы выявить основные проблемы и возможности, с которыми может столкнуться проект строительства магистрального нефтепровода через водные преграды.

Данные представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 - SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны: C1 – применение в условиях Арктики C2 – варьирование технических средств C3 – высокая эффективность</p>	<p>Слабые стороны: Сл1 – большие материальные затрат Сл2 – Влияние погодных особенностей на процесс применения Сл3 – Конкурентные решения</p>
<p>Возможности: B1 – использование в северных условиях B2 – появление дополнительного спроса B3 – увеличение площади охвата</p>	<p>1. Продолжение исследований, которые могут помочь усовершенствовать предлагаемую технологию 2. Разработка оптимальной технологии для каждого</p>	<p>1. Поиск лиц, которые могут быть заинтересованы в развитии и совершенствовании данной технологии 2. Проведение дополнительных</p>

	вида погодных условия	исследований по изучению влияния показателей окружающей среды на процесс диспергенции 3. Упрощение ряда операций с помощью новых разработанных технологий
<p>Угрозы:</p> <p>У1 – ужесточение требований законодательства на государственном уровне</p> <p>У2 – рост стоимости работы и материалов в связи с нестабильной экономической ситуацией в стране</p> <p>У3 – повышение конкуренции</p>	<p>1. Отслеживание изменений в законодательстве РФ</p> <p>2. Оценка возможности использования доступных аналогов без потери качества</p>	<p>1. Замена действующего оборудования на оборудование с более низкой стоимости</p> <p>2. Развитие кадрового потенциала, занятого в работах по ликвидации</p>

В результате проведенного SWOT-анализа для проекта можно отметить высокие материальные затраты, снижение которых может произойти только за счет использования материалов и оборудования с более низкой стоимостью. Из положительных сторон можно отметить высокую актуальность разработки строительства магистрального нефтепровода через водные преграды и ее применение в технологии строительства.

6.2 Планирование НИ работ

6.2.1 Структура работ в рамках НИ

Исследовательская работа в рамках данной ВКР проводится при участии руководителя проекта и инженера.

Планирование задач обеспечивает разделение обязанностей между участниками проекта, подсчет заработной платы работников и гарантирует выполнение проекта в установленные сроки.

Последовательность и характер работы, а также назначение исполнителей, представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 - Распределение среди исполнителей и этапы работ

Этапы	№	Основные цели работ	Должность
Разработка ТЗ	1	Формирование и согласование ТЗ	Руководитель
Разработка документов для НИ	2	Изучение регламентирующей технической документации и сбор основных данных по строительству магистральных нефтепроводов	Инженер
	3	Планирование работ по проекту в соответствии с календарем	Руководитель
Теоретические и экспериментальные расчеты	4	Выявление и расчет ключевых параметров нефтепровода при строительстве через речные преграды с учетом параметров реки	Инженер
	5	Разработка предложений по улучшению технологий строительства	Инженер
Оценка полученных результатов	6	Оценка экономической эффективности	Инженер
	7	Анализ результатов исследований	Руководитель, Инженер
Составление документации по результатам исследования	8	Составление пояснительной записки	Ведущий инженер

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения работ определяется по формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min\ i} + 2 \cdot t_{\max\ i}}{5},$$

Где $t_{\min\ i}$ - прогнозируемая трудозатраты на выполнение i -й работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ - наименьшие возможные трудозатраты на выполнение заданной i -й работы (оптимистическая оценка: при наилучшем сочетании обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ - наибольшие возможные трудозатраты на выполнение заданной i -й работы (пессимистическая оценка: при наихудшем сочетании обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из прогнозируемых трудозатрат, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

Где T_{pi} - продолжительность i -й работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ - прогнозируемая трудозатраты на выполнение i -й работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ - количество исполнителей, одновременно выполняющих одну и ту же работу на i -м этапе, чел.

В таблице 6.7 представлены результаты в форме календарного плана-графика Ганта выполнения работ в период с апреля по июнь.

Таблица 6.7 - Календарный план-график Ганта

№	Вид работ	Исп.	Календ. дни	Продолжительность выполнения															
				Апрель			Май			Июнь									
				1	2	3	1	2	3	1	2	3							
1	Составление и утверждение ТЗ для НИ	Р	4																
2	Изучение нормативно-технической документации	И	8																
3	Календарное планирование	Р	3																
4	Определение и	И	14																

	расчет основных параметров											
5	Сравнение результатов с базовыми параметрами	И	10									
6	Разработка рекомендации по модернизации насосов	И	6									
7	Оценка результатов	Р, И	2									
8	Составление пояснительной записки	И	10									

6.3 Расчет материальных затрат

Для проведения научно-технического исследования необходимыми являются материальные расходы.

Материальные расходы, требуемые для данной разработки, записываются в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 - Материальные расходы

Наименование	Единицы измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага для принтера формата А4	упаковка	1	340	340
Ручка шариковая, синяя	штука	4	35	140
Картридж для принтера	штука	1	1488	1488
Итого				1968

Заработная плата состоит из основной и дополнительных заработных плат:

$$B_{зп} = B_{доп} + B_{осн}$$

Дополнительная заработная плата составляет 15-20 % от основной заработной платы.

$V_{\text{осн}}$ находится по формуле:

$$V_{\text{осн}} = V_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

Где $V_{\text{дн}}$ - среднедневная оплата, руб.;

T_p - длительность работ, раб. дн.

$$V_{\text{дн}} = \frac{V_m \cdot M}{\Phi_m}$$

Где V_m - месячный должностной оклад сотрудника, руб.;

M - количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске на 28 рабочих дней $M = 11$ месяцев, 5-дневная рабочая неделя;

- при отпуске на 56 рабочих дней $M = 10$ месяцев, 6-дневная рабочая неделя.

Φ_m - фактический годовой фонд рабочего времени участников проекта, рабочие дни.

Месячный должностной оклад сотрудника:

$$V_m = V_{\text{тс}} \cdot (1 + K_d + K_{\text{пр}}) \cdot K_p$$

Где $V_{\text{тс}}$ - зарплата согласно тарифной ставке, руб.;

$K_{\text{пр}}$ - премиальный коэффициент, составляющий 0,3 (30% от $V_{\text{тс}}$);

K_d - коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

K_p - районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расходы на дополнительную оплату труда участников проекта учитывают размер доплат, предусмотренных Трудовым кодексом РФ за отклонение от стандартных условий труда, а также выплаты, связанные с предоставлением гарантий и компенсаций.

Дополнительная оплата труда:

$$V_d = K_d \cdot V_{\text{осн}}$$

Где K_d - коэффициент заработной платы, который равен 0,18.

Расчет заработной платы для студента:

$$V_M = 39300 \cdot (1 + 0,2 + 0,3) \cdot 1,3 = 76635 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{дн}} = \frac{76635 \cdot 10}{365 - 66 - 56} = 3153,7 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{осн}} = 3153,7 \cdot 6,6 = 20814,4 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{д}} = 20814,4 \cdot 0,18 = 3746,6 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы инженера:

$$V_M = 26200 \cdot (1 + 0,2 + 0,3) \cdot 1,3 = 51090 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{дн}} = \frac{51090 \cdot 10}{365 - 117 - 28} = 2322,7 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{осн}} = 2322,7 \cdot 34,3 = 79668,7 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{д}} = 79668,7 \cdot 0,18 = 14340,3 \text{ руб.}$$

Данные по расчету сведены в таблицу 6.8.

Таблица 6.8 - Расчет заработной платы для исполнителей

Исполнитель	$V_{\text{тс}}$, руб	$K_{\text{пр}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{п}}$	V_M , руб.	$V_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{п}}$, руб	$V_{\text{осн}}$, руб	$K_{\text{доп}}$, руб	$V_{\text{доп}}$, руб	Итого, руб.
Студент	2620 0	0,3	0, 2	1, 3	5109 0	3153, 7	34, 3	79668, 7	0,18	14340, 3	94009
Руководитель	3930 0				7663 5	2322, 7	6,6	20814, 4		3746,6	24561

Выплаты во внебюджетные фонды включают в себя установленные законами Российской Федерации ставки взносов на государственное социальное страхование (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и фонд обязательного медицинского страхования (ФОМС) от суммы оплаты труда сотрудников. Сумма взносов во внебюджетные фонды:

$$V_{\text{вн}} = K_{\text{вн}} \cdot (V_{\text{доп}} + V_{\text{осн}})$$

Где $K_{\text{вн}}$ - коэффициент взносов во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и т.д.).

Значение коэффициента взносов во внебюджетные фонды принимается равным 30%.

В таблице 6.9 представлены результаты расчета взносов во внебюджетные фонды для всех участников проекта.

Таблица 6.9 - Взносы во внебюджетные фонды

Исполнитель	Дополнительная заработная плата, руб.	Основная заработная плата, руб.
Инженер	14340,3	79668,7
Студент	3746,6	20814,4
Коэффициент взносов во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Инженер	28202,7	
Студент	7368,3	

Включенные в накладные расходы прочие издержки организации, не учтенные в предшествующих статьях затрат, такие как оплата телекоммуникационных услуг, электричества, интернет-соединения и т.п.

Накладные расходы:

$$V_{\text{накл}} = (\text{сумма статьи} \div 5) \cdot K_{\text{нр}}$$

Где $K_{\text{нр}}$ - коэффициент, который учитывает накладные расходы, принимаются в размере 16%.

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

$$V = (1968 + 438811 + 100483,1 + 18086,9 + 35571) \cdot 0,16 = 95187,2 \text{ руб.}$$

Таблица 6.10 - Бюджет на затраты

Наименование статьи	Сумма, руб.
Затраты по основной заработной плате	100483,1
Затраты по дополнительной заработной плате	18086,9
Отчисления во внебюджетные фонды	35571
Накладные расходы	95187,2
Материальные затраты	1968
Бюджет на траты	690107,2

6.4 Расчет технико-экономических показателей

Оценка эффективности основывается на расчете интегрального показателя эффективности научного исследования. Он связан с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсной эффективности.

Интегральный финансовый показатель исследования определяется в виде:

$$I_{\text{фин}}^{\text{цнс}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{max}}}$$

Где

$I_{\text{фин}}$ – интегральный показатель;

$\Phi_{\text{п}}$ – стоимость исполнения;

Φ – максимальная стоимость НИ.

Для Finasol Osr 52 стоимость исполнения:

$$I_{\text{фин}}^{\text{цнс}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{2690107,2}{2690107,2} = 1$$

Для диспергента Газпром стоимость исполнения:

$$I_{\text{фин}}^{\text{цнс}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1602603}{2690107,2} = 0,873$$

Интегральный показатель ресурсной эффективности для разных вариантов выполнения исследовательского объекта может быть определен следующим образом:

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

где

I_{pi} – интегральный показатель ресурсной эффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – экспертная оценка разработки, определенная на основе выбранной шкалы оценивания.

Таблица 6.11 - Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого проекта

Критерии	Вес.коэффициент	Finasol Osr 52	Диспергента Газпром
Безопасность	0,2	4	3
Надежность	0,2	5	5
Долговечность	0,2	5	5
Удобство в эксплуатации	0,1	5	5
Ремонтопригодность	0,1	4	4
Энергоэкономичность	0,2	5	4
Итого	1,0		

Расчет ресурсоэффективности:

$$I_{Finasol} = 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,7$$

$$I_{\text{Диспергент Газпром}} = 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 4,5$$

Интегральный коэффициент эффективности различных вариантов выполнения проекта ($I_{\text{исп}}$) рассчитывается на основе интегрального показателя ресурсной эффективности и интегрального финансового показателя, используя формулу:

$$I_{\text{исп}} = \frac{I_{\text{р-исп}}}{I_{\text{цнс}}^{\text{фин}}}$$

$$I_{Finasol} = \frac{I_{\text{р-исп}}}{I_{\text{цнс}}^{\text{фин}}} = \frac{4,7}{1} = 4,7$$

$$I_{\text{Газпром}} = \frac{I_{\text{р-исп}}}{I_{\text{цнс}}^{\text{фин}}} = \frac{4,5}{0,873} = 5,15$$

Сопоставление интегральных показателей эффективности разных вариантов выполнения проекта даст возможность определить относительную эффективность проекта и выбрать наиболее подходящий вариант из предложенных. Относительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп}}}{I_{\text{исп.мин}}}$$

$$\mathcal{E}_{Finasol} = \frac{4,7}{4,5} = 1,04$$

$$\mathcal{E}_{\text{Газпром}} = \frac{5,1}{4,5} = 1,13$$

Таблица 6.12 - Интегральные показатели

Показатели	Finasol	Диспергент «Газпром»
Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,873
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	4,5
Интегральный показатель эффективности	4,7	5,15
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,04	1,13

Анализ интегральных показателей эффективности дает возможность определить и выбрать более успешный подход к решению технической проблемы, поставленной в бакалаврской работе, с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности.

Исходя из выявленных расчетов можно сделать вывод о том, что диспергент «Газпром» является наиболее оптимальным вариантом. Его ресурсоэффективность и энергетические показатели выше.

7. Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке комплекса мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при ликвидации разливов в условиях Арктики.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Соблюдение охраны труда и безопасной жизнедеятельности при эксплуатации опасных производственных объектов регламентируется большим количеством нормативно-правовых и нормативно-технических документов, устанавливающих обязательные требования для того, чтобы минимизировать негативное действие производства.

Основными законами в этой области являются следующие документы:

1) Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (далее – ТК РФ), согласно которому установлены основные принципы обеспечения безопасности труда, которые в большей части возлагаются на работодателя.

Согласно ст.214, 209 ТК РФ, Работодатель обязан создать безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни воздействия таких факторов не превышают установленных нормативов.

2) Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 года «О специальной оценке условий труда», определяющий правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах.

3) Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов, утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 16.12.2020 №915н.

4) Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности нефти и нефтепродуктов», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 529;

5) Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 528;

6) Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 21.12.2021 № 444.

Также обеспечение безопасной работы при эксплуатации опасных производственных объектов обеспечиваются разработанными на эксплуатирующем предприятии локальными актами в области охраны труда и промышленной безопасности.

7.2 Описание рабочего места

Объектом исследования является рабочее место операторов, занятых на процессах ликвидации.

Рабочими объектами перечисленных выше работников являются: открытая площадка.

На оператора, находящегося на рабочем месте, воздействуют такие вредные производственные факторы: недостаточная освещенность рабочей зоны, воздействие электромагнитных излучений и статическое электричество, повышенная концентрация паров нефтепродуктов. Также не

исключена возможность воздействия опасных производственных факторов: возможность поражения электрическим током, пожарная опасность.

Обслуживание ликвидации разливов является работой повышенной опасности при эксплуатации которой возможны опасные и вредные производственные факторы. К опасным производственным факторам на объекте относятся факторы, которые могут привести к травме, а к вредным – факторы, которые могут привести к заболеванию. Опасные и вредные факторы (ОВПФ) делятся на физические, химические, биологические и психофизиологические. Объекты нефтяной промышленности, как носители опасных и вредных факторов, относятся к категории повышенной опасности.

В этой части мы рассмотрим потенциальное воздействие оборудования, материалов, энергии, продуктов и рабочих условий на людей и окружающую среду. Также будут упомянуты меры безопасности при работе с оборудованием и действия в экстренных ситуациях.

7.3 Анализ потенциальных вредных факторов производственной среды

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при обслуживании резервуарного парка.

А также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

7.3.1 ОВФ, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой, влажностью и скоростью движения воздуха

Присутствие негативных микроклиматических характеристик влияет на психофизическое благополучие сотрудников компаний, что подтверждает

статистика. В соответствии со статистическими данными, 30% работников компаний с плохими климатическими условиями труда страдают от раздражения сетчатки глаз, 25% испытывают регулярные головные боли, а у 20% выявляется предрасположенность к заболеваниям дыхательных путей.

Требования по микроклимату на производственных предприятиях определяются нормативным документом, который является обязательным для соблюдения всеми организациями, независимо от их форм собственности и организационно-правовой формы. Нормирование микроклимата производится в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Основные санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны .

Главными микроклиматическими показателями являются:

- температура атмосферы;
- относительная влажность атмосферы;
- скорость воздушного потока.

Параметры допустимых микроклиматических условий для исследуемого рабочего места оператора представлены в таблице 75.1.

Таблица 7.1 – Параметры допустимых микроклиматических условий

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Допустимые			
Холодный	22-24	40-60	0,1
Теплый	23-25	40-60	0,1

Арктические условия Арктики очень суровы, следовательно, работающие на открытом воздухе специалисты, должны быть обеспечены в зимнее время спецодеждой и спецобувью с повышенным суммарным тепловым сопротивлением, а также защитными масками для лица.

Также работники должны быть обучены мерам защиты от обморожения и оказанию первой помощи при обнаружении признаков обморожения.

В зимнее время года, температура в кабинете оператора поддерживается водяным отопительным системой, присоединенной к центральной отопительной сети. Это обеспечивает адекватное, стабильное и равномерное распределение теплого воздуха в помещении. В теплый сезон, температура в кабинете находится в пределах 22–25 °С, что соответствует ГОСТ стандартам.

Относительная влажность воздуха при указанных температурных значениях составляет до 55%. Скорость потока воздуха 0,1–0,2 м/с. В холодное время года, температура в кабинете оператора достигает 20–23 °С, а относительная влажность воздуха составляет до 45%. Скорость циркуляции воздуха составляет 0,1–0,2 м/с. Эти показатели также соответствуют ГОСТ стандартам в холодный период года.

7.3.2 ОВФ, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека

На человека нефтепродукты оказывают не только токсическое воздействие, но и канцерогенное. Если человек вдыхает малые концентрации паров нефтепродуктов, на его организм действуют токсические эффекты, что может вызвать интоксикацию, приводящую к головокружению и тошноте. В более серьезных случаях возможны судороги и обморочные состояния. Интоксикация паров нефтепродуктов может способствовать развитию хронических заболеваний из-за постоянного воздействия.

Основным опасным и вредным химическим производственным фактором является токсичность нефтепродуктов и их паров.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей области не должно превышать максимально допустимые концентрации и должно регулярно контролироваться. В соответствии с нормативным документом, максимально допустимой концентрацией нефтепродуктов 300 мг/м³.

7.3.3 ОВФ, связанные со световой средой и характеризующиеся отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения

Недостаточная освещенность помещений и рабочих мест снижает концентрацию, эффективность работы, вызывает раздражительность и психические нарушения. Освещение регулируется в соответствии с СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».

Меры по предупреждению недостаточной освещенности включают:

- выбор оптимальной схемы освещения;
- установка дополнительных светильников;
- контроль на производстве;
- специальная оценка условий труда.

Освещенность территории разливов

Освещение должно быть универсально и равномерно освещенным. Минимальная освещенность, независимо от типа используемых световых источников, должна составлять не менее 2 лк, исключение составляют только автомобильные дороги. В случае, когда работы включают подъем или перемещение грузов, освещенность рабочей зоны не должна быть ниже 5 лк при ручном труде и не менее 10 лк при использовании машин и оборудования.

7.3.4 ОВФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума

Шум, воздействуя как общий биологический стимул, влияет не только на слуховую функцию, но и на мозговые структуры. К основным проявлениям воздействия шума на человеческий организм относятся: ухудшение восприятия речи, неприятные ощущения, увеличение усталости, снижение эффективности труда и возникновение шумовых заболеваний.

Максимально допустимые уровни шума на рабочих местах определены Санитарными правилами и нормами (СанПиН) 2.2.4.548-96 «Шум на рабочих местах».

В качестве мер борьбы со шумом можно выделить:

- исключение или уменьшение источников шума;
- использование звукоизоляции, звукопоглощающих материалов, демпфирования и глушителей;
- размещение шумных помещений в одном отдельном районе здания с разделением их коридорами;
- применение звукопоглощающих панелей и перегородок.

7.4 Анализ опасных факторов

7.4.1 ОПФ, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Электрические устройства, которые практически включают все оборудование в кабинете оператора, представляют потенциальную опасность для человека. Электрооборудование в операторской подключается к трехфазной сети с частотой 50 Гц и напряжением 220 В. В целях предотвращения поражения электрическим током все электрические устройства заземляются в соответствии с правилами использования электрооборудования. Максимальные уровни напряжения и тока прикосновения при частоте 50 Гц переменного тока не должны превышать 2 В и 0,3 мА. В аварийном режиме значения напряжения и тока не должны превышать 20 В и 6 мА.

Защитное заземление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при контакте с металлическими объектами, подключенными к электрической цепи с поврежденной изоляцией. Чтобы

уменьшить вероятность возникновения статического электричества, покрытие пола в операторской выполнено из керамогранитной плитки. Для обеспечения защиты персонала от поражения электрическим током при неисправной изоляции электрических устройств предусмотрено защитное заземление.

7.4.2 Пожаробезопасность

В соответствии с НПБ 105-03, все объекты, в зависимости от характера технологического процесса, взрыво- и пожарной опасности, делятся на пять категорий.

Территория ликвидации разливов к категории Б - объекты с повышенной опасностью взрыва и пожара, где обрабатываются легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки выше 28 °С, а также горючие жидкости, способные образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при возгорании которых рассчитанное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

Причиной пожара при ликвидации является разлив нефти с его последующим соприкосновением с источником зажигания.

Воздействие опасных факторов пожара т:

- создание обширного теплового поля;
- выделение вредных токсических веществ;
- уничтожение или же частичное нанесение урона материально-техническим объектам. Это является одной из главных причин, которые и определяют пожар, как неконтролируемый и опасный процесс. При этом, чем быстрее распространяется пожар, тем выше его класс в современной, технической шкале;
- опасность разрушения конструкций объекта и детонации веществ, хранящихся на объекте;

- прогрессивное уменьшение процента кислорода в окружающем воздухе;

- нанесение ощутимого ущерба окружающей, экологической обстановке. В первую очередь это относится к пожарам на открытых природных объектах.

Пожары с горением разлитых горючих жидкостей вообще одни из самых сложных для тушения. Тем бол ее это относится к пожарам на больших пространствах и, особенно, на поверхности моря.

Для тушения пожаров жидкостей используют с разной эффективностью все четыре типа из известных на сегодняшний день средств: охлаждающие, флегматизирующие, изолирующие и ингибирующие. Но большая часть этих методов более-менее эффективны при тушении пожаров небольших размеров. При большой площади пожара, особенно на открытых пространствах, да еще и на поверхности водоема (моря, океана), применение большинства из таких средств становится проблематичным, а часто и просто невозможным.

При авариях сопровождающихся большим выбросом нефти или нефтепродуктов, необходимо в первую очередь как можно быстрее ограничить их растекание по водной поверхности.

На водоемах растекание нефти и нефтепродуктов ограничивают с помощью таких средств как надувные плавучие ограждения, боны, нефтесборщики.

При горении нефти на воде сгорает не вся нефть. Так как при горении повышается температура и уменьшается вязкость плавающей на воде нефти, то происходит ее растекание по поверхности тонким слоем, который уже не способен гореть.

Одним из способов ликвидации пятна нефти или нефтепродуктов на воде является его сжигание. Перед сжиганием нефтяного пятна на воде его надо полить керосином или дизтопливом по всему фронту движения, а потом поджечь одновременно в нескольких местах с помощью факелов.

В этом случае боновых и других ограждений не должно быть на водоеме, все нефтесборщики отводятся в безопасное место. Если нефтяное пятно находится у берега водоема, то по его периметру на берегу должны выставляться посты с первичными средствами пожаротушения или (и) пожарные автоцистерны для предотвращения перехода огня на береговые сооружения, лесные массивы и т.п.

Другим способом ограничения растекания и тушения нефти или нефтепродуктов на воде являются пожарные водяные стволы, с помощью которых подается вода сплошными струями или распыленная на поверхность (кромку) нефтяного пятна.

Действия пожарной охраны и других аварийных служб должны быть направлены на решение двух основных задач: первая – ограничение площади растекания нефти и извлечение ее из воды; вторая – создание водонефтяной эмульсии для уменьшения опасности и ликвидации горения разлитой нефти. В эмульгированном нефтепродукте снижается опасность возникновения пожара, но очень затрудняется его извлечение из воды, иногда становится даже невозможным.

Из всего многообразия возможных аварийных ситуаций наиболее типичным, где преобладает одна из следующих опасностей, являются:

- возможное воспламенение и горение нефтепродукта, но без угрозы распространения огня сливо-наливные пирсы, суда, береговые сооружения;

- возможное воспламенение нефти и нефтепродукта с угрозой распространения горения на судно у сливо-наливного пирса или в море. После устранения утечки жидкости главной задачей будет выход танкера (судна) из пожароопасной зоны, а затем ликвидация горения загрязнения окружающей среды;

- возможна утечка нефтепродукта и угроза возникновения пожара, а также распространение его на несколько танкеров (судов) и береговые сооружения нефтебазы. В этом случае первой решается задача устранения

пожара пролитого нефтепродукта на всей его площади, а затем ликвидация загрязнения окружающей среды.

Противопожарные инструктажи — неотъемлемая часть соблюдения правил техники безопасности и охраны труда в организации. Законодательство обязывает работодателей обучать своих сотрудников правилам пожарной безопасности (ПБ), проводя соответствующие инструктажи. Подробности мы собрали в этой статье.

Ответственность за организацию противопожарных инструктажей несет руководитель или собственник организации: именно это лицо должно обеспечить своих работников знаниями в области пожарной безопасности. Инструктаж может проводиться лично руководителем или же ответственными лицами, обученными и назначенными приказом руководителя. Инструктаж проводится в утвержденном законом порядке, учитывая при этом специфику организации.

Необходимо иметь в виду, что работники, ответственные за пожарную безопасность организаций и проведение противопожарных инструктажей, обязаны пройти обучение ПТМ.

Что входит в противопожарный инструктаж:

- Ознакомление работников с основными требованиями пожарной безопасности;
- Изучение работниками пожарной опасности используемых в производстве технологических процессов;
- Обучение работников правилам пользования средствами противопожарной защиты;
- Обучение работников действиям, предпринимаемым при возникновении пожара.

Кроме того, в рамках противопожарного инструктажа работники должны быть ознакомлены и с правилами надлежащего содержания территории, зданий и помещений организации, с эвакуационными путями и процессом эвакуации людей, с правилами использования открытого огня

при работах, а также с правилами вызова пожарной охраны и тем, как следует применять средства пожаротушения.

7.4.3 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части

Возможными источниками механических травм служат: подвижные узлы машин, незащищенные части испытательного оборудования и острые грани. Обычно такие инструменты могут повредить пальцы и руки, если они оказываются в рабочей зоне, а также глаза, если отлетают осколки.

Для предотвращения травматизма следует:

- убедиться в надлежащем состоянии оборудования, надежности ограждений, стабильности работы вентиляции, пусковых устройств, местного освещения и прочего;
- использовать специальную одежду и другие средства индивидуальной защиты;
- в случае необходимости обратиться к специалисту для получения дополнительных разъяснений;
- при выявлении неисправностей, немедленно сообщить об этом непосредственному руководителю и не приступать к работе, пока они не будут исправлены.

7.5 Экологическая безопасность

При аварийном разливе нефтепродуктов возможны следующие виды ущерба окружающей среде:

- загрязнение почвы;
- загрязнение атмосферы парами и продуктами горения нефтепродуктов;
- воздействие ударной волны на животных и растительность, вторичные источники воздействия на окружающую среду при взрыве резервуаров с нефтью;
- тепловое воздействие взрыва и пожара на животных и растительность, вторичные источники воздействия на окружающую среду.

Экологический ущерб образуется за счет образования и необходимости размещения сверхлимитных твердых отходов - загрязненного грунта.

Потребуется рекультивация загрязненного грунта и уборка загрязненного снега в зимнее время.

Несмотря на то, что на предприятии реализованы все меры промышленной безопасности, для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду в аварийных ситуациях предусмотрено обвалование резервуарного парка.

Основной формой негативного воздействия является загрязнение атмосферного воздуха парами жидких углеводородов. Для снижения этого загрязнения предусмотрены технические решения, направленные на минимизацию вредных эффектов и предотвращение аварий: использование автоматических систем и блокировок; защита оборудования от избыточного давления с помощью предохранительных клапанов.

Измерение загрязнений окружающей среды осуществляется экологической лабораторией ХН в соответствии с лицензией, позволяющей проводить полный спектр лабораторных исследований воды и атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне предприятия.

7.6 Защита при чрезвычайных обстоятельствах

Применяемые на объекте технические решения соответствуют нормам и правилам в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, санитарно-эпидемиологического благополучия населения, охраны окружающей природной среды, экологической безопасности и пожарной безопасности, что подтверждено декларацией о промышленной безопасности.

В Обществе организована и действует система управления промышленной безопасностью, разработанная с учетом действующего законодательства, в том числе: «Правил Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности», утвержденных постановлением Правительства РФ от 18.12.2020 г. № 2168; Федеральным Законом № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; Трудового кодекса Российской Федерации.

Составными частями системы управления промышленной безопасностью на декларируемых объектах являются:

- подготовка и аттестация персонала по вопросам промышленной безопасности;
- производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
- система учета и анализ аварий и инцидентов;
- разработка и реализация комплекса мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий;
- создание и поддержание в постоянной готовности противоаварийных сил, аварийно-спасательных и других служб обеспечения промышленной безопасности, на основании заключенных договоров на аварийно-спасательное обслуживание;
- создание финансовых и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий;
- система оповещения в случае возникновения аварии.

Заключение

В ходе подготовки ВКР по теме: «Организационно-техническое обеспечение ликвидации аварийных разливов нефти в условиях Арктики» были выполнены следующие задачи:

- изучены природные условия российской Арктики;
- проведен литературный обзор по особенностям разливов нефти в Арктике;
- дана характеристика основных методов локализации и ликвидации разливов нефти;
- изучена технология ЛАРН для арктических морей;
- определены особенности организационно-техническое обеспечение ЛАРН;
- рассмотрены вопросы, связанные с экономическими аспектами проекта;
- изучены вопросы социальной ответственности.

Список использованных источников

1. ВСН 010-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Подводные переходы. - М.: Миннефтепроводстрой. 1990. - 103 с.
2. ВСН 006-89. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка. - М.: Миннефтегазстрой. 1990. - 216 с.
3. ВСН 004-88 Строительство магистральных трубопроводов. Технология и организация.
4. ВСН 008-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Противокоррозионная и тепловая изоляция. М.: Миннефтегазстрой. 1990. - 103 с.
5. ВСН 011-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание. - М.: Миннефтегазстрой. 1990. - 98 с.
6. ГОСТ 14782-86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
7. ГОСТ 7512-82. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
8. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования защиты от коррозии / Госстрой СССР. - М: ЦИТП Госстроя СССР. 1999. - 42 с.
9. Забела К.А., Краснов В.А., Москвич В.М. Безопасность пересечения трубопроводами водных преград. - М.: Недра. 2001. - 194 с.
10. ОР-75.200.00-КТН-088-12. Порядок технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды и малые водотоки.
11. ОР-91.200.00-КТН-350-09. Порядок организации и осуществления строительного контроля за соблюдением проектных решений и качеством

строительства подводных переходов магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов.

12. Подпорные стены. судоходные шлюзы. рыбопропускные и рыбозащитные сооружения / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1989.

13. РД 75.200.00-КТН-404-09. Нормы проектирования переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды. - М.: ОАО «АК «Транснефть». 2009. - 140 с.

14. РД 91.040.00-КТН-308-09. Строительство подводных переходов нефтепроводов способом наклонно-направленного бурения. - М.: ОАО «АК «Транснефть». 2009. - 77 с.

15. РД 91.200.00-КТН-044-11. Регламент применения балластирующих устройств при проектировании и строительстве магистральных трубопроводов.

16. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2000. - 58 с.

17. СНиП 2.05.06-85*. Магистральные трубопроводы / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП. 2001. - 60 с.

18. СНиП Ш-42-80. Магистральные трубопроводы / Госстрой России. - М.: УП ЦПП. 2001. - 75 с.

19. Сооружение подводных переходов газонефтепроводов методом наклонно-направленного бурения: Учебно-методическое пособие / О.Н. Благов. Г.Г. Васильев. Ю.А. Горяинов и др. - М.: ООО «Типография ИПО профсоюзов Профиздат», 2003. - 318 с.

20. СП 48.13330.2011 Организация строительства.

21. Технология сооружения газонефтепроводов: Учебное пособие / Ф.М. Мустафин, Л.И. Быков, Г.Г. Васильев, А.Г. Гумеров, А.Е. Лаврентьев. - Уфа: Нефтегазовое дело, 2007. - 632 с.

22. Типовые расчеты при сооружении и ремонте газонефтепроводов:
Учебное пособие / Л.И. Быков, Ф.М. Мустафин, С.К. Рафиков, А.М. Нечваль,
А.Е. Лаврентьев. - СПб: Недра, 2006. - 824 с.