

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объекта транспорта и хранения нефти, газа и  
 продуктов переработки»  
 Отделение Нефтегазового дела

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
«Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера»

УДК 622.692.4.053-049.7(211-17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Нурсалиева А.А.		01.06.2019

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Крец В.Г.	доцент, к.т.н.		01.06.2019

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Трубникова Н.В.	д.и.н, доцент		07.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Черемискина М.С.	-		08.05.2019

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		01.06.2019

Томск – 2019 г.

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА**

**21.03.01 Нефтегазовое дело**

*Планируемые результаты обучения*

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<b><i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i></b>		
<b>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</b>		
Р1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
Р2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
Р3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
Р4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
Р5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
Р6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазопромыслового оборудования	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
Р7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
Р8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<b>Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»</b>		
Р9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>



<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Провести обзор основных нормативных документов и литературных источников; рассмотреть методы защиты магистральных нефтепроводов от воздействия опасных геокриологических процессов в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов. выбор наиболее актуальных технических решений по обеспечению повышения надежности магистральных нефтепроводов. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность.</p>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Схемы воздействия геокриологических процессов на нефтепровод</p>
--	--

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

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубникова Н.В., профессор отделения СГН
«Социальная ответственность»	Черемискина М.С., ассистент отделения ОКБ

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат**

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	17.12.2018 г.
--	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крец В.Г.	к.т.н.		17.12.2019 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Нурсалиева А.А.		17.12.2019 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Б5Б	Нурсалиевой Айфанур Аманжоловне

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

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является магистральный нефтепровод, прокладываемый в условиях Крайнего Севера
--	---

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

<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	1.1. Привести специальные правовые нормы трудового законодательства при работе по очистке нефтепровода. 1.2. Перечислить необходимые организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Проанализировать выявленные вредные и опасные факторы при разработке проектируемого решения: -отклонения показателей микроклимата на открытом воздухе -тяжесть и напряженность физического труда -повреждения в результате контакта с животными -движущиеся машины и механизмы -пожаро- и взрывоопасность
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Рассмотреть влияние магистрального нефтепровода на экологическое состояние атмосферы, гидросферы и

	литосферы и предложить решения по повышению экологической безопасности.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Проанализировать вероятные чрезвычайные ситуации на исследуемом магистральном нефтепроводе, предложить превентивные меры по профилактике и методику ликвидации последствий аварийной ситуации

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>.2019</b>
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Черемискина М.С.			.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Б5Б	Нурсалиева Айфанур Аманжоловна		2019

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Б	Нурсалиева А.А.

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Материально-технические: материальные затраты, затраты на оборудование, 32 075 руб.</li> <li>- Человеческие: затраты по основной заработной плате, затраты по дополнительной заработной плате, отчисления во внебюджетные фонды, 47 084 руб</li> </ul>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: 30 % премии к заработной плате 20 % надбавки за профессиональное мастерство 1,3 - районный коэффициент для расчета заработной платы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1.Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 2.Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
1. Планирование и формирование бюджета научных исследований	<p>Бюджет научно – технического исследования (НТИ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Структура работ в рамках научного исследования.</li> <li>2.Определение трудоемкости выполнения работ.</li> <li>3.Разработка графика проведения научного исследования.</li> <li>4. Бюджет научно-технического исследования.</li> <li>5. Основная заработная плата исполнительной темы.</li> <li>6.Дополнительная заработная плата исполнительной темы.</li> <li>7. Отчисление во внебюджетные фонды.</li> <li>8. Накладные ресурсы.</li> <li>9. Формирование бюджета затрат научноисследовательского проекта.</li> </ul>
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.Определение интегрального показателя эффективности научного исследования.</li> <li>2.Расчет показателей ресурсоэффективности.</li> </ul>

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



- |  |
|--|
| 1. Оценка конкурентоспособности технических решений<br>2. Матрица SWOT<br>3. График проведения и бюджет НИ<br>4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |
|--|

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н. В.	Д.и.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Нурсалиева А.А.		

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объекта транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение Нефтегазового дела  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2018г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.12.2018	<i>Введение</i>	10
10.02.2019	<i>Обзор литературы</i>	15
25.02.2019	<i>Изучение взаимодействия магистральных нефтепроводов с многолетнемерзлыми грунтами</i>	15
25.03.2019	<i>Изучение и анализ способов борьбы с воздействием нефтепровода с многолетнемерзлыми грунтами</i>	10
10.04.2019	<i>Расчетная часть</i>	10
05.05.2019	<i>Социальная ответственность</i>	10
16.05.2019	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
26.05.2019	<i>Заключение</i>	10
06.06.2019	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Крец В.Г.	к.т.н., доцент		22.12.2018

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		22.12.2018

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Термины и определения:

*Магистральный нефтепровод:* инженерное сооружение, состоящее из подземных, подводных, наземных и надземных трубопроводов и связанных с ними насосных станций, хранилищ нефти и других технологических объектов, обеспечивающих транспортировку, приемку, сдачу нефти потребителям.

*Многолетнемерзлый грунт:* грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянного в течение трех и более лет.

*Пучение, морозное пучение:* процесс увеличения объема и деформирования дисперсных грунтов при промерзании.

*Термостабилизация:* комплекс тепломелиоративных мероприятий, направленных на обеспечение стабильного устойчивого теплового состояния грунтов.

*Теплоизоляция:* общий термин, применяемый для описания процесса уменьшения теплопереноса через систему или для описания изделия, элементов системы, которые выполняют эту функцию.

*Пенополиуретан:* жесткий или полужесткий теплоизоляционный материал на основе полиуретана с закрытой, в основном ячеистой структурой.

*Пенополиизоцианурат:* жесткий теплоизоляционный материал с закрытой, в основном ячеистой структурой, полученный на основе полимеров изоциануратного типа.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А		01.06.18	Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.18		ДР	1	88
Консульт.						гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.18				

**Сокращения:**

МН – магистральный нефтепровод;

ММГ – многолетнемерзлый грунт;

СОУ – сезонно-охлаждающие устройства;

ПИР – пенополиуретан

ПУР – пенополиизоцианурат

СИЗ–средства индивидуальной защиты;

**Нормативные ссылки:**

1.ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация

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

3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

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

5. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования

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

7.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

8.ГОСТ 12.2.011-2012 ССБТ. Машины строительные, дорожные и землеройные.

9. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

10.ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

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

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		2

12.РД 153-39.4-056-00 - Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.

13.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

14.СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003».

15.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		3

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 88 стр., 13 рис., 17 табл., 36 источника литературы.

Ключевые слова: многолетнемерзлый грунт, магистральный нефтепровод, эксплуатация, взаимодействия, теплоизоляция, термостабилизация.

Объектом исследования является магистральный нефтепровод, проложенный в условиях многолетнемерзлых грунтов.

Цель работы. Исследование особенностей эксплуатации и разработка рекомендаций для обеспечения надежности магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера.

В процессы работы была изучена нормативно-техническая литература по вопросам особенностей эксплуатации магистральных нефтепроводов, в т.ч. влияния геокриологических процессов на магистральный нефтепровод, детально изучены методы борьбы с воздействием нефтепровода на многолетнемерзлый грунт, определена толщина теплоизоляционного покрытия на магистральном нефтепроводе для двух материалов ПУР и ПИР.

Для проведения расчетов использована методика описанная в СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003».

Областью применения является магистральный нефтепровод. Выпускная квалифицированная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft® Office Word 2013.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Реферат	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	4	88
Консульт.						гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				

## Abstract

Final qualification work contains: 88 pages; 13 figures; 17 tables; 36 sources.

Key words: main oil pipeline, permafrost, operation, interaction, thermal insulation, thermostabilization.

The object of the research is the main oil pipelines laid in permafrost.

The aim of the work is to study the of operation and development of recommendations to ensure the reliability of the main oil pipelines in the Far North.

In the process of work, regulatory and technical literature was studied on the specifics of the operation of main oil pipelines, including the influence of geocryological processes on the main oil pipeline; the methods of dealing with the effect of the pipeline on the permafrost soil were studied in detail; the thickness of the thermal insulation coating on the main oil pipeline was determined for two materials PUR and PIR.

The field of application is the main oil pipeline.

The final qualified work was done in a text editor Microsoft® Office Word 2013.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Abstract	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	5	88
Консульт.						гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				

## Оглавление

Введение.....	8
Глава 1. Обзор литературы.....	10
1.1 Общая информация о ММГ .....	10
1.2 География распространения ММГ .....	11
1.3 Строение толщи многолетнемерзлого грунта.....	12
1.4 Физические свойства грунтов.....	14
1.5 Процессы, сопутствующие промерзанию и протаиванию грунтов.....	16
1.5.1 Пучение .....	16
1.5.2 Наледи .....	17
1.5.3 Солифлюкция .....	18
1.5.4 Термокарсты .....	19
Глава 2. Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов .....	20
2.1 Способы прокладки нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов .....	20
2.2 Влияние геокриологических процессов в грунтах на эксплуатацию нефтепроводов в зависимости от способа прокладки.....	21
2.2.1 Подземный нефтепровод.....	21
2.2.2 Наземный нефтепровод.....	24
2.2.3 Надземный нефтепровод.....	26
2.3. Способы борьбы с воздействием нефтепровода на многолетнемерзлый грунт .....	28
2.3.1 Применение термостабилизаторов.....	28
2.3.2 Теплоизоляция нефтепровода для недопущения оттаивания грунта.....	32
Глава 3. Расчетная часть.....	39
Расчет толщины теплоизоляционного слоя .....	39
Глава 4. Социальная ответственность.....	44
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ....	45
4.1.1 Социальные правовые нормы трудового законодательства.....	45
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	46
4.2 Производственная безопасность .....	46

					Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Оглавление	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19		ДР	6	88
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Консульт.								
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				



4.2.1	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия на исследователя(работающего) .....	47
4.2.2	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровня их воздействия .....	50
4.3	Экологическая безопасность.....	51
4.3.1	Защита атмосферы .....	52
4.3.2	Защита гидросферы .....	52
4.3.3	Защита литосферы .....	53
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	53
	Вывод.....	55
Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение.....		56
5.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	56
5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	56
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений .....	57
5.1.3	SWOT-анализ.....	59
5.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	60
5.2.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	60
5.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ .....	61
5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования .....	62
5.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	65
5.3.1	Расчет материальных затрат НТИ .....	65
5.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ .....	66
5.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы .....	66
5.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	67
5.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	68
5.3.6	Накладные расходы .....	68
5.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	69
5.4.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	69
Заключение .....		73
Список использованных источников .....		74

## **Введение**

Актуальность. Снижение уровня добычи нефти на месторождениях Западной Сибири требует освоения новых перспективных нефтегазоносных провинций. Изменение географии добычи углеводородов должно осуществляться за счет введения в эксплуатацию месторождений Крайнего Севера.

Для осуществления стратегии потребуется развитие сети магистральных нефтепроводов, осуществляющих доставку углеводородов от новых районов добычи до потребителей внутри страны и на экспорт. Большая часть указанных территорий относится к районам распространения многолетнемерзлых грунтов, где строительство и эксплуатация нефтепроводов осложняется опасными геокриологическими процессами, приводящие к изменению напряженно-деформированного состояния трубопровода. Во избежание аварийных ситуации, еще на стадии проектирования, необходимо предусмотреть комплекс защитных мер, ограничивающих воздействия опасных факторов и обеспечивающих надежную эксплуатацию нефтепровода.

Цель работы. Исследование особенностей эксплуатации и разработка рекомендаций для обеспечения надежности магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера.

Для реализации поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучение нормативно-технической документации по эксплуатации магистральных нефтепроводов;

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Введение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	8	88
Консульт.						гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				

- изучение геокриологических процессов, оказывающих негативное влияние на эксплуатацию магистральных нефтепроводов ;
- анализ современных методов борьбы с воздействием нефтепроводов ода на многолетнемерзлый грунт;
- разработка рекомендаций для обеспечения надежности магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера.
- расчет оптимальной толщины теплоизоляции на магистральном нефтепроводе, проложенном в условии многолетнемерзлых грунтов.

					Введение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		9

## Глава 1. Обзор литературы

### 1.1 Общая информация о ММГ

Большая часть территории Российской Федерации, находящейся вблизи северных морей, находится в условиях мерзлоты. Грунт в этих регионах назван многолетнемерзлым. Многолетнемерзлый грунт – это грунт, который находится в мерзлом состоянии постоянно периодом 3 и более лет [1]. Многолетнемерзлый грунт (ММГ) имеет в своем составе лед и находится в замерзшем состоянии несколько лет. При некоторых обстоятельствах или сложившемся температурном режиме окружающей среды, грунт оттаивает, а затем при изменении условий, вызвавших оттаивание, вновь замерзает.

Многолетнемерзлый грунт содержит в себе льдо-цементные связи при сохранении отрицательной температуры грунта, в связи с этим являются достаточно прочными образованиями. Но при оттаивании так называемого порогового льда при застройке объекта льдо-цементные связи разрушаются, грунт насыщается талой водой, тем самым затрудняет процесс выполнения строительства нефтепровода. Это результат тепловой просадки мерзлых грунтов.

Глубина многолетнемерзлых грунтов может достигать от 0.5 до 3 метров в зависимости от температуры окружающей среды. Ближе к экватору промерзает малый поверхностный слой в зимний период, поэтому присутствует понятие как сезонная мерзлота. Ближе к северу за долгую зиму земля замерзает до отметки 2.5 метра, в связи с этим за лето успевает оттаять на 0.5-2 метра в глубину. Слой который оттаивает называют деятельным. Ниже него в грунте сохраняется отрицательная температура. Как раз таки эти места и называются районами многолетней мерзлоты.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Обзор литературы	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	10	88
Консульт.						гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				

## 1.2 География распространения ММГ

Площадь России занимают многолетнемерзлые грунты, так 64 % всей площади страны занимает зона многолетней мерзлоты. По всему земному шару многолетняя мерзлота распространена на 25%.

Помимо России многолетнемерзлые грунты имеют широкое распространение на других территориях Земли как Аляска Гренландия, севере Кавказа, высокогорные районы Центральной Азии и т.д.

По принципу распределения выделяется пять групп многолетнемерзлых грунтов, характеризующие принцип и характер распространения:

1. Непрерывное распространение (многолетнемерзлые грунты распространяются на более 95% территории, в этих местах температура грунтов ниже  $-3^{\circ}\text{C}$ );

2. Преимущественно непрерывного распространения (многолетнемерзлые занимают 90-95% территории, мерзлые грунты имеют температуру в этих районах от  $-0,5$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ );

3. Прерывистого распространения (многолетнемерзлые занимают от 75% до 90% территории, температура мерзлых грунтов здесь от  $-0,2$  до  $-2^{\circ}\text{C}$ );

4. Массивно-островного распространения (многолетнемерзлые грунты занимают 25-75% территории, мерзлые грунты имеют температуру в этих районах от  $-0,2$  до  $-2^{\circ}\text{C}$ );

5. Островного и редкоостровного распространения (многолетнемерзлые грунты распространяются на менее 25 % территории, температура грунта на этих территориях выше  $-0,5^{\circ}\text{C}$ ).

В северных районах многолетнемерзлые грунты достигают глубины 500 м, мощность мерзлого грунта уменьшается в направлении на юг и уменьшается до 10-50 м.

					Обзор литературы	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

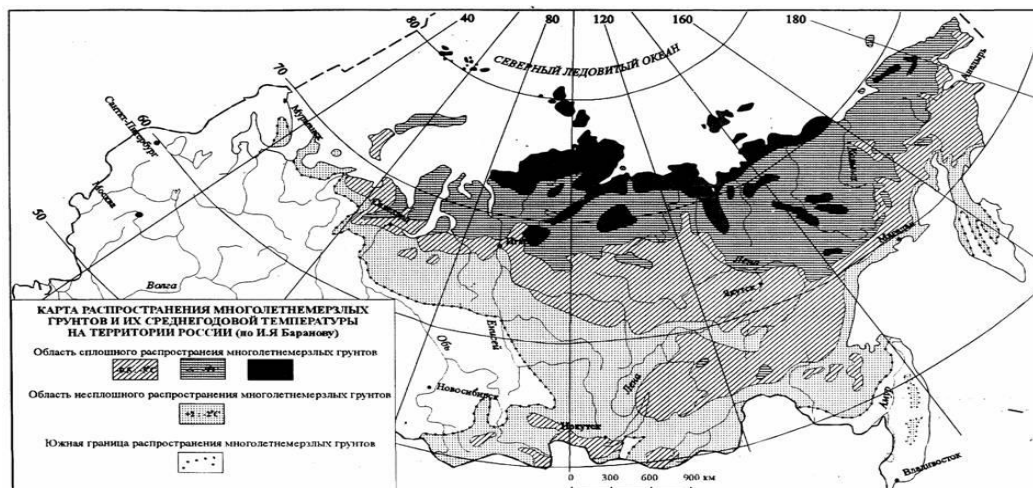


Рисунок 1 – Карта распространения многолетнемерзлых грунтов на территории РФ[2]

### 1.3 Строение толщи многолетнемерзлого грунта

Деятельный слой – это поверхностный слой грунта или слой сезонного промерзания и оттаивания, промерзающий зимой и оттаивающий летом. В нем происходят интенсивные процессы, связанные с промерзанием и оттаиванием грунта.

Мощность деятельного слоя варьируется от 0,2–0,5 м (тундровые зоны и зоны арктических пустынь) до 3–4 м и зависит от географического положения местности, состава пород, экспозиции и крутизны склона, присутствия растительности, затенённости местности и наоборот, состава, и степени влажности грунтов, толщины снежного покрова, гидрологического режима и других факторов. Мощность в одной и той же территории может быть разной в различные годы и зависит от изменений теплоприхода в толще грунтов, вызванных интенсивностью солнечной радиации, изменениями температуры воздуха, скорости, направления ветра.

Из-за климатических особенностей некоторых областей Российской Федерации, небольшие участки грунтов не успевают оттаять даже в летнее время, поэтому образуются так называемые «перелетки».

					Обзор литературы	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		12

Из-за климатических особенностей некоторых областей Российской Федерации, небольшие участки грунтов не успевают оттаять даже в летнее время, поэтому образуются так называемые «перелетки».

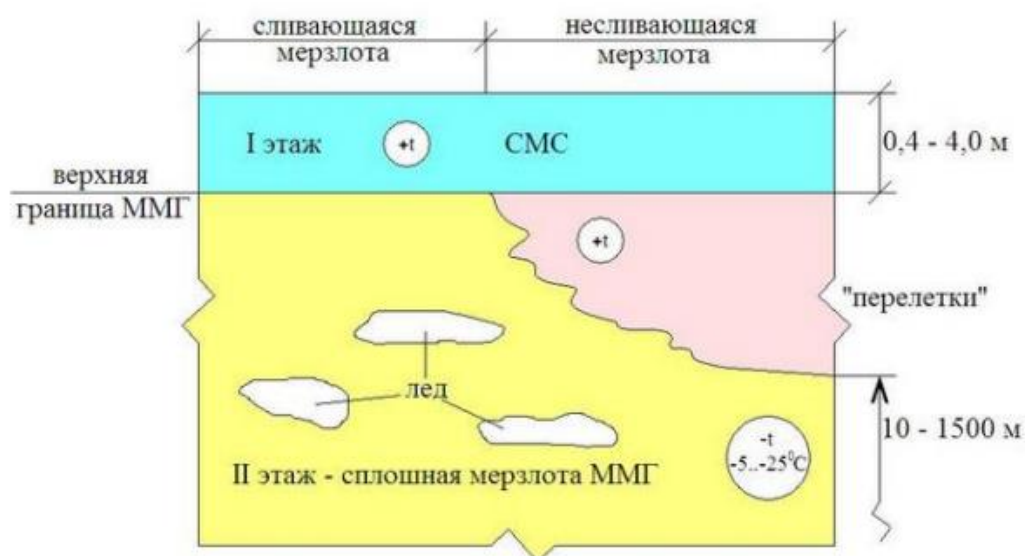


Рисунок 2 – Многолетнемерзлый грунт в разрезе

При отклонении температуры окружающей среды от среднего значения и при изменении условий на поверхности (удаление слоя снега, затенение поверхности и т. Д.) образуются перелетки.

«Сливающаяся мерзлота» это явление, когда деятельный слой соединяется с мерзлыми грунтами при промерзании зимой, тем не менее, если между мерзлыми породами и деятельным слоем остается слой талого грунта, значит слой полностью не промерз, это явление называется «несливающейся мерзлотой»

Нижней границей называется слой, расположение которого ниже деятельного слоя. Состояние нижней границы так же нестабильно и мощность изменяется из-за тех же факторов, как и деятельный слой.

## 1.4 Физические свойства грунтов

Для многолетнемерзлых грунтов, располагающихся в зоне влияния трубопровода, определяются их физические свойства как в мерзлом, так и талом состоянии. В процессе строительства и эксплуатации трубопроводов некоторая часть вмещающего разреза может частично переходить в талое состояние поэтому исследование свойств грунтов в талом состоянии является необходимым условием.

Общие характеристики физических свойств мерзлых и талых грунтов:

1. Плотность – масса грунта в единице объема,  $\text{г/см}^3$

$$\rho = m/V;$$

Где  $m$ - масса образца;  $V$ -объем грунта.

2. Плотность частиц грунта в единице объёма,  $\rho_s$  ( $\text{г/см}^3$ ), определяемая пикнометрическим методом.

3. Плотность скелета грунта  $\rho_d$  ( $\text{г/см}^3$ ) – масса частиц грунта в объёме ненарушенной структуры.

4. Пористость грунта – характеризуется коэффициентом пористости:

$$\varepsilon = \rho_s - \rho_d/\rho_d;$$

$\rho_s$  – плотность минеральных частиц породы,  $\text{г/см}^3$ ,

$\rho_d$  – плотность скелета грунта,  $\text{г/см}^3$ .

Суммарная относительная влажность, равная отношению массы воды к массе сухого грунта в единице объема:

$$W_c = m_{\text{воды}}/m_{\text{сух.гр}};$$

$m_{\text{воды}}$ -масса воды в единице объема, кг;

$m_{\text{сух.гр}}$ - масса сухого грунта в единице объема, кг.

К дополнительным характеристикам относятся:

1. Влажность за счет незамерзшей воды  $W_n$  (в долях единицы).

					Обзор литературы	Лист
						14
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		



2. Насыщенность льдом мёрзлого грунта  $i$ , представляет собой отношение массы льда к массе всей воды, который содержится в мёрзлом грунте:

$$i = (W_c - W_n) / W_c;$$

3. Температура старта замерзания грунтовой влаги  $t_f$ .

Грунт характеризуется теплофизическими характеристиками, оценивающими количественную долю тепла:

1. Удельная теплоёмкость  $C$  (Дж/кг·К) - количество теплоты, которое необходимо потратить на нагрев или охлаждение единицы массы грунта на один градус.

2. Объёмная теплоёмкость  $C_{об}$  (Дж/м<sup>3</sup>·К) - количество теплоты, затрачиваемое на нагревание или охлаждение единицы объёма грунта на один градус.

3. Коэффициент теплопроводности  $\lambda$  (Вт/м·К) - относительная величина, определяемая как количество теплоты, которое проходит за 1 час через грунт и площадь 1 м<sup>2</sup> при разнице температур на входе и выходе 1 градус.

4. Коэффициент температуропроводности  $a$  (м<sup>2</sup>/с) - коэффициент, отражающий способность грунта изменять свою температуру, под влиянием измененного градиента температуры.

Величина всех теплофизических характеристик имеет то или иное значение в зависимости от типа грунта, его компонентного состава, от состава в целом и основных физических свойств как плотность и влажность; а также от вида грунта: мёрзлого или талого. В основном, коэффициент теплопроводности мёрзлых грунтов в 1.1-1.5 раза выше, чем коэффициент теплопроводности грунтов в талом состоянии, это объясняется тем, что у льда больше, чем у незамерзшей воды. Во время промерзания объёмная теплоёмкость грунтов увеличивается и стремится к бесконечно большому значению, из-за затрат на тепло на переходы влаги из одной фазы в другую.

					Обзор литературы	Лист
						15
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

## 1.5 Процессы, сопутствующие промерзанию и протаиванию грунтов

### 1.5.1 Пучение

Промерзание и протаивание оснований оказывает вредное влияние на устойчивость сооружений. При замерзании влаги, содержащейся в грунтах и поступающей из нижних слоев, происходит пучение грунтов, вызывающее те или иные деформации сооружений.

Под пучением грунтов понимается неравномерное увеличение объема их в процессе промерзания, которое происходит и за счет расширения воды, содержащейся в данном грунте при ее замерзании, и особенно за счет замерзания новых объемов воды, поступающих из нижних слоев грунта к фронту промерзания в процессе миграции влаги.

При миграции и замерзании влаги происходит сложный процесс внутриобъемного перераспределения ее, появляются различных форм и видов прослойки льда, линзы и т.д.

В зависимости от характера процессов различают несколько форм пучения: бугры пучения, наледные бугры, пучины на дорогах



Рисунок 3 – Пучение грунта

Пучение чаще всего происходит в местах распространения мелкодисперсных и особенно пылеватых грунтов. Пучины на дорогах возникают в результате процессов сезонного пучения переувлажненного грунта. Оно выражается в виде поднятия грунта на некоторую высоту в начале наибольшего развития в середине зимы и исчезновения летом.

					Обзор литературы	Лист
						16
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

### 1.5.2 Наледи

Большие затруднения в процессе строительства и эксплуатации сооружений в районах Севера вызывают наледи. Они появляются неожиданно чаще всего на неглубоких реках, имеющих широкое русло, или же на перекатах больших рек. Они образуются также в поймах рек, на склонах возвышенностей, у выхода действующих ключей, зданий, откосов земляных насыпей и т.д.



Рисунок 4 – Наледь Улахан – Тарын

Наледь образуется вследствие уменьшения живого сечения водного потока за счет промерзания его русловой и подрусовой частей и возникновения большого гидростатического давления воды на преграждающую потоку толщу льда. Вода, прорывая преграду, выходит на поверхность, разливаясь по ней, устремляется в пониженные м воздействием низких температур замерзает, образуя ледяной покров — наледь. В течение зимнего периода потоки действуют непрерывно или периодически. В результате образуются наслоения льда, достигающие иногда нескольких метров.

На северных реках в середине и конце зимы можно наблюдать вздутия льда и появления бугров, вызванных гидростатическим напором воды.

Внезапность появлений наледей, огромная разрушающая их сила, грандиозный размер образований часто наносят серьезный ущерб предприятиям.

					Обзор литературы	Лист
						17
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

В зависимости от источника питания наледи делятся на три вида:

- наледи, питаемые речными водами;
- наледи, питаемые подземными водами;
- смешанные наледи — речных и подземных вод.

### 1.5.3 Солифлюкция

Под солифлюкцией понимается процесс перемещения увлажненной рыхлой горной породы по склонам в период оттаивания. Чаще всего солифлюкции можно наблюдать на склонах, где под грунтовым слоем находится прослойка подземного льда или слой сильно увлажненного суглинка. Солифлюкция происходит в результате более глубокой протайки.

поверхностного слоя горной породы и нарушений сцепления его с нижележащим слоем. Это явление характерно для вечной мерзлоты.



Рисунок 5 – Солифлюкционные террасы

В результате перемещения рыхлой горной породы образуется пылеватоилистый материал, пропитанный до избыточного увлажнения влагой. В нем в виде примеси заключен более грубый, осколочный материал и органические остатки в виде обрывков слоев почвы, торфа, различных растений, а также мерзлой почвы с включениями льда.

Процесс солифлюкции часто оказывает вредное влияние на строящиеся и эксплуатируемые сооружения. Иногда под воздействием процесса солифлюкции происходили смещения отдельных участков дорог и временных построек.

					Обзор литературы	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		18

### 1.5.4 Термокарсты

Термокарстами называют просадочные и провальные образования на поверхности земли, возникающие при вытаивании подземного льда. Они имеют широкое распространение в северных и северо-восточных районах России.

По форме термокарсты проявляются в виде воронок, провальных ям, котловин, озер вытаивания, термотеррас.



Рисунок 6 – Батагайский кратер

Термокарсты возникают в результате изменений теплового режима в верхних слоях земли, вызывающих вытаивание льда в толще мерзлых слоев и просадку. Они широко распространены там, где в толще мерзлоты имеются подземные или ископаемые льды. Образованию термокарстов во многих случаях способствует деятельность человека. Наиболее ощутимой может быть роль термокарста в районах массового распространения подземных льдов при осуществлении строительства дорог, зданий, трубопроводов и особенно сооружений с тепловыделением, а также в результате уничтожения мохового или торфяного покрова, распашки, вырубки леса, лесных пожаров, и т.д [5].

					Обзор литературы	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		19

## Глава 2. Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов

### 2.1 Способы прокладки нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов

Проектировка трубопровода, предназначенного для прокладки в районах вечномёрзлых грунтов, нужно выполнять согласно требованиям стандартов, технических регламентов и других нормативных документов в области технического регулирования, распространяющихся на проектировку в условиях вечномёрзлых грунтов, с учетом требований СП 36.13330.2012 Магистральные трубопроводы [3].

В районах распространения вечномёрзлых грунтов применяются все способы прокладки трубопроводов — надземная, наземная и подземная.

При подземной укладке полностью исключается тепловое воздействие трубопроводов на многолетнемерзлые грунты; вследствие отрицательных температур интенсивно снижается температура продукта; наличие компенсаторов снижает продольные температурные напряжения, что позволяет не охлаждать газ сразу после КС.

При наземной укладке тепловое воздействие на многолетнемерзлые грунты незначительное; тепловые потери по сравнению с надземной укладкой меньше; схема производства работ более простая (по сравнению с надземной). Объем металлоуложений и строительно-монтажных работ меньше.

При подземной укладке объем строительно-монтажных работ больше чем у наземного, но меньше чем у надземного; технология и организация строительно-монтажных по сравнению с другими типами прокладки более

					Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата				
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	20	88
Консульт.						гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				

простая отработанная; контакт с мерзлыми грунтами непосредственные и тепловые воздействия на грунт наибольшие.

Подземная укладка конструктивно не отличается от аналогичной прокладки в обычных условиях. Необходимость устройства теплоизоляционного экрана и его параметры определяются теплотехническими расчетами.

Надземная укладка по конструкции подразделяется на прокладку с теплоизоляционным слоем и без него. Теплоизоляция может выполняться в виде грунтовой подсыпки под трубопровод или полимерных плит и цилиндрических оболочек. Размеры теплоизоляционных экранов под трубопроводом определяются на основании теплотехнических расчетов.

## **2.2 Влияние геокриологических процессов в грунтах на эксплуатацию нефтепроводов в зависимости от способа прокладки.**

### **2.2.1 Подземный нефтепровод**

Наиболее распространенным способом сооружения магистральных нефтепроводов является подземная прокладка в траншее, однако в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов имеется ряд существенных ограничений.

Подземный нефтепровод оказывает существенное тепловое влияние на вмещающие грунты, что чаще всего вызывает их растепление, сопровождающееся просадками, образованием термокарстовых озер, заболачиваем местности, реже (при низких температурах перекачиваемой нефти) – промерзание и морозное пучение. Протекание описанных процессов в грунтах основания нефтепровода в зависимости от сложившегося сочетания факторов может привести к его осадке, всплытию или пучению, величина которых достигает больших значений и влечет недопустимые изменения напряженно-деформированного состояния трубы [17].

Осадка нефтепровода представляет собой перемещение трубы вниз под действием вертикальных нагрузок при просадке многолетнемерзлых грунтов

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		21

основания, которая происходит за счет уменьшения объема льда при таянии, оттока поровой воды и уплотнения скелета грунта под действием собственного веса и приложенной нагрузки. Схема осадки подземного нефтепровода представлена на рисунке 7.

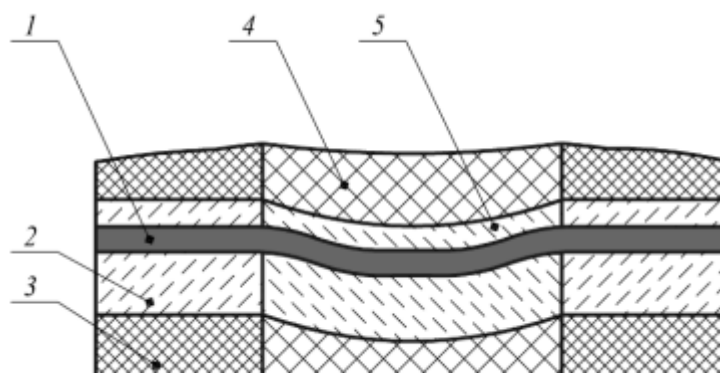


Рисунок 7 – Схема осадки подземного нефтепровода: 1 – нефтепровод; 2 – оттаявший непросадочный грунт; 3 – мерзлый непросадочный грунт; 4 – мерзлый просадочный грунт; 5 – оттаявший просадочный грунт

Для проявления данного процесса должны сложиться следующие факторы: температура перекачиваемой нефти должна вызывать растепление грунтов основания, а суммарная нагрузка от собственного веса трубы с продуктом и веса грунта засыпки должна быть больше выталкивающей силы воды, действующей на нефтепровод. Именно такое сочетание факторов наиболее часто встречается в проектах по прокладке магистральных нефтепроводов в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов, поэтому осадка является самым распространенным геокриологическим процессом, осложняющим эксплуатацию подземных нефтепроводов в криолитозоне.

Всплытие нефтепровода – это перемещение трубы вверх под действием выталкивающей силы в обводненных грунтах, потерявших несущую способность. Развитие данного процесса может привести к выходу



трубопровода на дневную поверхность и его оголению. Схема всплытия подземного нефтепровода представлена на рисунке 8.

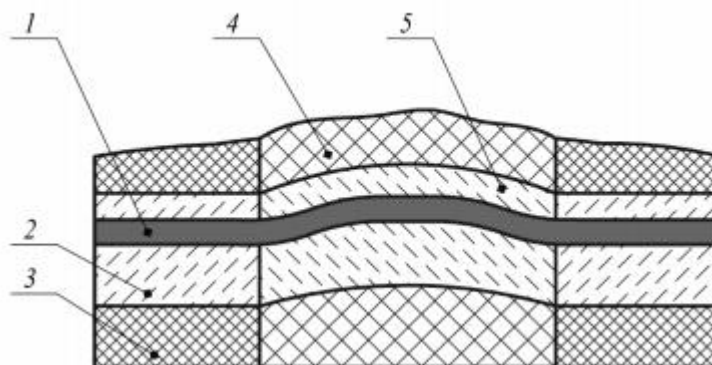


Рисунок 8 – Схема всплытия подземного нефтепровода: 1 – нефтепровод; 2 – оттаявший необводненный грунт; 3 – мерзлый необводненный грунт; 4 – мерзлый обводненный грунт; 5 – оттаявший обводненный грунт

Всплытие нефтепровода происходит в том случае, если вокруг трубы образуется зона талых грунтов из-за теплового воздействия перекачиваемой нефти или сезонных процессов и выталкивающая сила воды превышает нагрузки от веса трубы, продукта и грунта засыпки. Такое сочетание факторов при эксплуатации магистральных нефтепроводов встречается довольно редко и более характерно для трубопроводного транспорта газа.

Однако всплытие участков нефтепровода возможно на этапе строительства в момент, когда труба заполнена воздухом или инертным газом, а также при эксплуатации в случае отсутствия оттока талой воды и образования цепи термокарстовых озер на трассе.

В случае перекачки нефти при пониженных температурах, когда вокруг трубы не формируется постоянный ореол оттаивания, возникает опасность проявления сил морозного пучения. Схема пучения подземного нефтепровода представлена на рисунке 9.

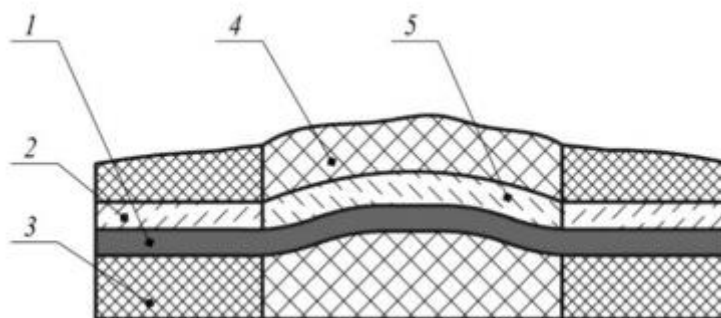


Рисунок 9 – Схема пучения подземного нефтепровода: 1 – нефтепровод; 2 – оттаявший непучинистый грунт; 3 – мерзлый непучинистый грунт; 4 – мерзлый пучинистый грунт; 5 – оттаявший пучинистый грунт

Процесс пучения возникает из-за увеличения объема грунта за счет расширения воды при замерзании. Фронт промерзания может двигаться как сверху от воздействия холодного воздуха, так и снизу от толщи многолетнемерзлых пород, кроме того возможно охлаждения грунта за счет перекачки нефти при отрицательных температурах. Сложность однозначного определения направления действия сил морозного пучения, их неоднородность и изменчивость делает пучение одним из наиболее опасных геокриологических процессов, оказывающих влияние на подземные трубопроводы.

Однако в настоящее время большинство магистральных нефтепроводов эксплуатируются при значительных положительных температурах перекачиваемой нефти, поэтому воздействие сил морозного пучения проявляется гораздо реже, чем при транспортировке природного газа.

### 2.2.2 Наземный нефтепровод

Наземная прокладка магистральных трубопроводов встречается крайне редко и чаще всего применяется при трубопроводном транспорте газа. Однако группой ученых Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина [8] было предложено инновационное решение по наземной прокладке магистрального нефтепровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов.

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		24

Прокладку нефтепровода предлагается осуществлять с использованием специальных грунтовых модулей, устанавливаемых на поверхность слабонесущего грунта. Грунтовые модули представляют собой ячеистую конструкцию из технической ткани, заполненную местными уплотненными грунтами. Сверху наносится защитный песчаный слой толщиной 50 – 100 мм, на который укладывается нефтепровод.

Размеры ячеек подбираются с учетом требуемой несущей способности грунтового основания под действием статических и динамических нагрузок от веса трубопровода, снежного покрова, оледенения и т.д. Толщина грунтового модуля рассчитывается из условия минимизации теплового воздействия нефтепровода на грунты основания.

Основным геокриологическим процессом, осложняющим эксплуатацию наземного магистрального нефтепровода в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов, является осадка при растеплении грунтового основания. Ее величина обычно значительно меньше, чем при подземной прокладке, однако все равно может превышать предельно допустимые значения. Схема осадки наземного нефтепровода представлена на рисунке 10.

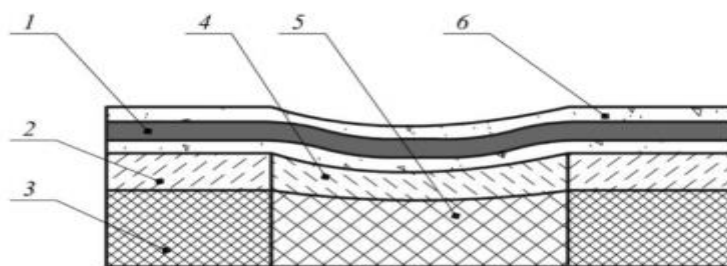


Рисунок 10 – Схема осадки наземного нефтепровода: 1 – нефтепровод; 2 – оттаявший непросадочный грунт; 3 – мерзлый непросадочный грунт; 4 – оттаявший просадочный грунт; 5 – мерзлый просадочный грунт; 6 – песчаная насыпь

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		25

### 2.2.3 Надземный нефтепровод

Надземная прокладка магистральных нефтепроводов применяется достаточно редко, однако именно в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов она получила наиболее широкое распространение, так как позволяет минимизировать тепловое воздействие перекачиваемой нефти и сохранить грунты основания в мерзлом состоянии. Авторы научных исследований, проведенных в ОАО «АК Транснефть» [14] и ООО «НИПИнефтегазстройдиагностика» [11], считают надземную прокладку основным способом сооружения магистральных нефтепроводов в криолитозоне.

Надземная прокладка нефтепроводов осуществляется с помощью специальных опор, установленных на свайном основании, состоящем из 2-х, 4-х или 8-ми свай расчетной длины. Опоры могут быть неподвижные, продольноподвижные и свободно-подвижные, их конфигурация должна обеспечивать свободное перемещение нефтепровода в определенных границах с целью компенсации температурных деформаций.

Причиной активизации опасных геокриологических процессов, действующих на сваи основания надземного нефтепровода, является большая по сравнению с грунтом теплопроводность материала обсадных труб свай. В связи с этим в период положительных температур воздуха происходит растепление грунтов, вмещающих сваи, на глубину, превышающую мощность деятельного слоя, что может привести к осадке и пучению свай основания. При растеплении в летний период льдистых грунтов, вмещающих сваи, происходит потеря ими несущей способности, что может привести к осадке свайного основания или его отклонению от вертикали [17]. Схема осадки свай основания надземного нефтепровода представлена на рисунке 11.

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		26

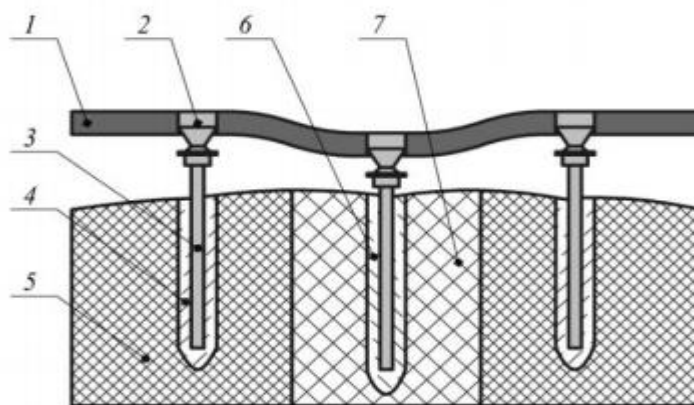


Рисунок 11 – Схема осадки свай основания надземного нефтепровода:  
 1 – нефтепровод; 2 – опора; 3 – свая; 4 – оттаявший непросадочный грунт; 5 – мерзлый непросадочный грунт; 6 – оттаявший просадочный грунт; 7 – мерзлый просадочный грунт

Однако собственно осадка не является наиболее опасным явлением, с наступлением холодного времени года начинается охлаждение талых грунтов вокруг свай, и активизация процессов морозного пучения. Возникающие при увеличении объема грунта силы действуют на сваи, выдавливая их из земли. Согласно данным исследования [34], величина вертикальных перемещений свай при пучении может достигать 150 мм в год, а учитывая возможность многолетнего накопления деформаций свайного основания, морозное пучение можно считать наиболее опасным геокриологическим процессом, действующим на надземный нефтепровод. Схема пучения свай основания надземного нефтепровода представлена на рисунке 11.

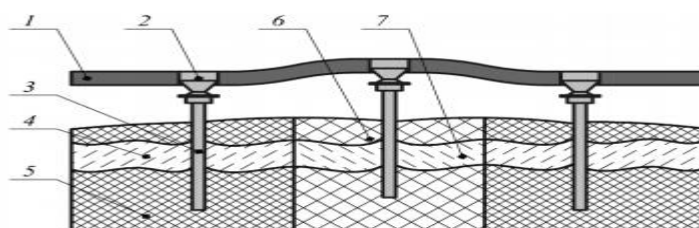


Рисунок 11– Схема пучения свай основания надземного нефтепровода: 1 – нефтепровод; 2 – опора; 3 – свая; 4 – оттаявший непучинистый грунт; 5 – мерзлый непучинистый грунт; 6 – мерзлый пучинистый грунт; 7 – оттаявший пучинистый грунт

### **2.3.Способы борьбы с воздействием нефтепровода на многолетнемерзлый грунт**

Чтобы обеспечить безопасность на объектах трубопроводного транспорта, а именно на линейной части магистрального нефтепровода, который проложен на участках с многолетнемерзлых грунтов, эксплуатирующие компании используют мелиорацию грунта. Мелиорация включает в себя комплекс мероприятий для сохранения грунта в стабильном состоянии.

Согласно [12], существует три группы средств воздействия на грунт:

1. I группа средств воздействует непосредственно на теплообмен между грунтом и окружающим воздухом и включает в себя ряд способов: навесы; посадка растительности; защита пленками и т.д.

2. II группа воздействует на изменение теплообмена в самом грунте. Способы воздействия разнообразны: электроосмос, осушение, полная замена грунта и т.д.

3. III группа влияет на температуру грунта при помощи передачи тепла или холода от естественного или искусственного источника. Естественные способы: каналы вентиляции, проветривание, обводнение. Искусственные же методы более распространённые: пар, хладагенты, химические смеси. Рассмотрим некоторые, применяемые в большей мере средства, поподробнее.

#### **2.3.1 Применение термостабилизаторов**

Основная задача инженеров при эксплуатации нефтепроводов на участках ММГ - сохранение состояния грунта. Недопущение оттаивания исключает возникновение аварий на действующем нефтепроводе. Опыт отечественного строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, безусловно, полезен при сооружении и эксплуатации трубопроводов. Средства, которые использовали конструкторы для укрепления грунта под

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		28

фундаментом сооружений, с успехом используется и в трубопроводном транспорте. Один из таких методов термостабилизация грунта.

Сезонно-действующие охлаждающие устройства (СОУ) используются для поддержания грунта в мерзлом состоянии, обеспечивая устойчивость зданий, сооружений на сваях, а также сохранение замерзшего грунта вокруг опор ЛЭП и трубопроводов, вдоль насыпей железнодорожных путей и автомобильных магистралей [10].

Для термостабилизации используют различного типа СОУ. Они классифицируются по следующему принципу (рисунок 12):

- принцип работы;
- вид хладагента;
- расположение в пространстве;
- металл, из которого изготовлен корпус, по конструкции.

Систематизация сезонно-действующих охлаждающих устройств показана на рисунке 12.



Рисунок 12 – систематизация СОУ

Охлаждающие устройства по типу и модели:

- тип хладагента;
- принцип работы;
- материал изготовления корпуса;
- ориентация в пространстве;
- конструктивные особенности.

1. По типу хладагента (используемого теплоносителя) охлаждающие устройств подразделяются на четыре типа:

- жидкостные;
- газовые (воздушные);
- газожидкостные (эффект барботажа);
- парожидкостные (двухфазные).

2. Охлаждающие устройства по принципу действия делятся на:

- конвективные (газовые, жидкостные и газожидкостные);
- спарительные (содержат в себе 2 фазы).

3. ОУ по ориентации в пространстве делятся на:

- слабонаклонные (горизонтальные);
- вертикальные;
- наклонные.

4. Охлаждающие устройства по материалу изготовления делятся:

- из алюминиевых сплавов;
- из нержавеющей стали;

Принципиальная схема термостабилизатора и его работа показана на рисунке 13 [15].

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		30



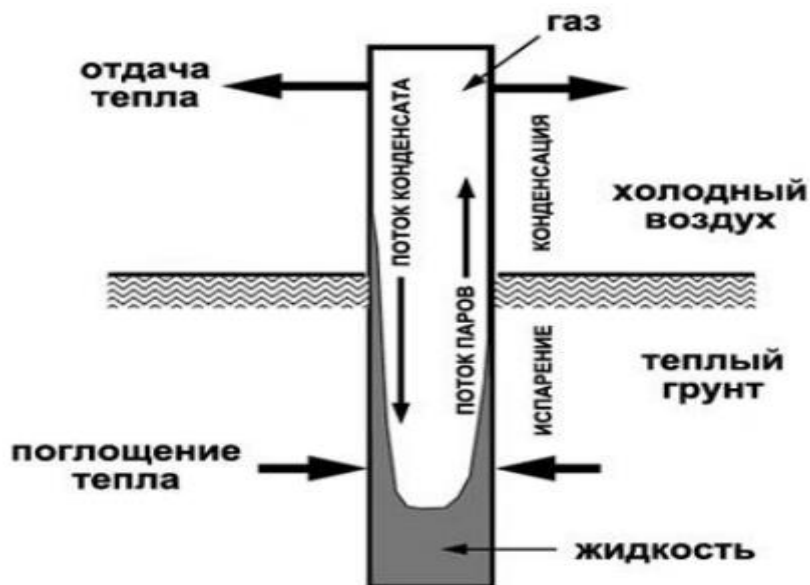


Рисунок 13- Принципиальная схема термостабилизатора

Работа термостабилизатора заключается в следующем, важно отметить, что для всех термостабилизаторов он одинаков. В герметичной трубе находится теплоноситель устройства (хладагент, аммиак и др.) находится в герметичной трубе. Труба состоит из пары одинаковых секций. Первая секция находится в земле и называется испаритель. Вторая, расположена на поверхности – радиаторная секция. Когда температура воздуха на поверхности становится ниже чем в грунте, хладагент начинает конденсировать. Снижение давления приводит к вскипанию и испарению хладагента. Этот процесс, иными словами, забирает проходящее тепло к грунту с поверхности, и выносит его обратно.

Термостабилизаторы на объектах трубопроводного транспорта применяются с целью:

- поддержание состояние грунта в мерзлом состоянии;
- замораживание грунта, для дальнейшего строительства трубопровода;
- уменьшение последствий теплового влияние нефтепровода на грунт;
- обеспечение устойчивости грунтового массива к осадке;

### **2.3.2 Теплоизоляция нефтепровода для недопущения оттаивания грунта**

Теплоизоляция трубопровода – изоляция, способностью не пропускать тепло от стенки трубы к грунту, подверженному оттаиванию. В отличие от обычной изоляции, теплоизоляция состоит из высокоэффективных материалов, обладающих теплоизоляционными свойствами.

Показатели, характеризующие свойства теплоизоляционных материалов: теплопроводность, плотность, рабочий диапазон температур, прочность на сжатие при 10 % деформации (для жестких и полужестких материалов), вибростойкость, горючесть, влагопоглощение и стойкость к воздействию химически агрессивных сред, содержание органических веществ и биостойкость.

Наиболее важным параметр является коэффициент теплопроводности материала, данный показатель определяет необходимую толщину теплоизоляционного слоя, следовательно, этим обусловлен нагрузки на трубопровод и конструктивные особенности объекта. Значения коэффициента теплопроводности зависят от температуры изоляционного материала, его структуры, влагонасыщения, наличия швов и стыков, а так же способов монтажа.

Долговечность теплоизоляционных материалов зависит от их конструктивных особенностей и условий эксплуатации. Наибольшее влияние на долговечность оказывает степень агрессивности окружающей среды, а также степень воздействия механических нагрузок.

СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» определяет требования пожарной безопасности, для таких отраслей промышленности, как газовая, нефтяная, химическая, допускает применение только негорючих и трудногорючих материалов в составе теплоизоляционных конструкций. При выборе материалов учитываются не только показатели

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		32

горючести теплоизоляционного слоя и защитного покрытия, но и поведение теплоизоляционной конструкции в условиях пожара в целом. Пожароопасность теплоизоляционных конструкций наряду с другими факторами зависит от температуростойкости защитного покрытия, его механической прочности в условиях огневого воздействия.

Санитарно-гигиенические требования особенно важны при проектировании объектов с технологическими процессами, требующими высокой чистоты, например, в микробиологии, радиоэлектронике, фармацевтической промышленности. В этих условиях применяются материалы или конструкции, не допускающие загрязнения воздуха в помещениях.

Изоляционные покрытия должны обладать следующими свойствами:

- водонепроницаемостью, возможность насыщения материала почвенной влагой и тем самым допускающей контакт электролита с поверхностью защищаемого металла, а также увеличение коэффициента теплопередачи не допускается;
- хорошей адгезией (прилипаемостью) покрытия к металлу, таким образом отслаивание изоляционного материала от изолируемой поверхности при малых механических воздействиях невозможно;
- сплошностью, обеспечивающей надежность покрытия, так как любой зазор в изоляции приводит к коррозионным процессам и появляются мостики холода;
- химической стойкостью, для обеспечения длительной работы покрытия в условиях агрессивных сред;
- электрохимической нейтральностью: составляющие покрытия не должны участвовать в катодном процессе иначе это приведет к разрушению

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		33

- изоляции при электрохимической защите металлического сооружения;
- механической прочностью должна быть достаточной для проведения работ по укладке и изоляции при сооружении объекта и выдерживать эксплуатационные нагрузки;
- термостойкостью, определяется температурой размягчения при изоляции «горячих» нефтепроводов, и температурой хрупкости, при изоляции работ в зимнее время;
- диэлектрическими свойствами, определяющими электрическое сопротивление, исключая возникновение коррозионных элементов между металлом и электролитом и обуславливающими экономический эффект от применения электрохимической защиты;
- изоляционный материал не должен оказывать коррозионное и химическое воздействие на защищаемый объект;
- экономичностью (стоимость изоляционного покрытия должна быть во много раз меньше стоимости защищаемого объекта).

Очевидно, что всем этим требованиям не отвечает ни один естественный или искусственный материал, поэтому выбор изоляционного покрытия определяется конкретными условиями строительства и эксплуатации трубопроводов, наличием сырьевой базы, технологичностью процесса нанесения покрытия и т.д., эти условия и определяют диапазон материалов, применяемых в качестве покрытий для стальных труб.

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		34

### 2.3.2.1 Теплоизоляционные материалы на основе пенополиуретанов

Пенополиуретаны (ППУ) относятся к группе газонаполненных пластмасс на основе полиуретанов, ППУ на 85-90 % состоят из инертной газовой фазы. Применение пенополиуретанов для строительства основывается на малой проницаемости, хорошей адгезии и гидроизоляционными характеристиками. Используются как вязкие самовспенивающиеся составы для заливки или нанесения на месте, так и в виде готовых пресс-форм. Высокие коэффициенты адгезии делают этот материал весьма универсальным. Возможность производить и наносить пенополиуретан непосредственно на строительной площадке значительно снижает сопутствующие расходы [16].

Пенополиуретаны являются вспененными пластическими материалами, в которых часть твердой фазы заменена на газ, обычно воздух, находящийся в полимере в виде многочисленных пузырьков-ячеек. В зависимости от характера реакции образования материала стенки ячеек оказываются неразрушенными или прорванными, что приводит к формированию полимеров с закрытой или открытой ячеистой структурой. Эластичные пенополиуретаны обладают открыто-ячеистой, а жесткие – закрыто-ячеистой структурой. Твердая основа занимает 3% от общего объема теплоизоляционного материала, которая образует каркас.

ППУ охраняет свои рабочие свойства в диапазоне температур от -180°C до +180

Одно из основных применений пенополиуретана — нанесение теплоизолирующего покрытия на месте строительства методом напыления, что в свою очередь дает возможность изоляции конструкций любой конфигурации и сложности.

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		35

Таблица 1 - Основные характеристики пенополиуретанов

Теплопроводность, Вт/м*°С	Кол-во закрытых пор, %	Кажущаяся плотность, Кг/м3	Горючесть	Водопоглощение, %	Разрушающее напряжение, МПа	
					При изгибе	При сжатии
0,029	85..95	30	Г2	1,2...2,1	При изгибе	При сжатии
					1,9	1,0

Производство работ по напылению ППУ производится с помощью специализированных напылительных установок – пеногенераторов высокого или низкого давления отечественного или зарубежного производства.

Внешне процесс напыления выглядит, как процесс окраски с помощью пульверизатора и позволяет наносить ППУ – теплоизоляцию на изделия любых габаритов и конфигурации. Послойное напыление ППУ допускает изготовление монолитного слоя теплоизоляции любой необходимой толщины. Монолитность напылённого покрытия обеспечивает отсутствие мостиков холода, антикоррозийную защиту и невозможность расхищения теплоизоляции.

Также немаловажно отметить снижение транспортных затрат, так как расходные материалы поставляются на объект в жидком виде и при напылении расширяются в объёме приблизительно в 20 раз.

Преимущества теплоизоляции трубопроводов пенополиуретаном:

- сплошной слой теплоизоляции без образования мостиков
- холода и шатровых пустот;
- теплоизоляция повторяет любую форму и размер трубопроводов;
- высокая адгезия;
- тепло- и морозостойкость пенополиуретана позволяют обрабатывать практически любые трубопроводы (кроме паропроводов);

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		36

- нет необходимости в дополнительной защите теплоизоляции от солнца и атмосферных воздействий;
- делает невозможным хищение теплоизоляции;
- долгий срок службы теплоизоляции и защита трубопроводов от воздействий окружающей среды;
- защита трубопроводов от коррозии;
- пенополиуретан также действует как шумоизоляция;
- устойчивость к действию микроорганизмов и агрессивных сред.

Кроме того, утепление пенополиуретаном устойчиво к вращению корней, воздействию грызунов.

Недостатки теплоизоляции трубопроводов пенополиуретаном:

- распыляемая теплоизоляция при разбрызгивании может повредить близстоящие автомобили и другие ценные вещи;
- значительный перерасход материалов при сильном ветре и/или малом диаметре трубопровода;
- невозможность провести работы по напылению в зимнее время (исключением является случай теплоизоляция горячих трубопроводов в зимнее время);

### **2.3.2.2 Теплоизоляционные материалы на основе пенополиизоцианурата**

Пенополиизоцианурат (ПИР) — термореактивный полимерный материал с закрытыми ячейками, обладающий достаточно высокой степенью жёсткости и используемый в качестве теплоизоляционного материала.

ПИР является термореактивным материалом, что позволяет выдерживать более высокие температуры, и не поддерживать самостоятельного горения.

					Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		37

Теплопроводность стабильна и обеспечивает изоляцию до 15 лет. Срок службы ограничен диффузией газов, которые образуются при образовании пены. Газы постепенно заменяются воздухом, в следствие чего меняется значение теплопроводности. Стальная оболочка и прокладка нефтепровода подземным способом могут замедлить процесс диффузии газов.

ПИР обладает минимальным влагопоглощением, то есть по впитывает воду из воздуха. ПИР подвергается деформации при длительном хранении под дождем и прямыми солнечными лучами .

Пенополиизоцианурат сохраняет свои свойства при температурах от -183°С до +149°С.

Таблица 2 – Основные характеристики ПИР

Теплопроводность, Вт/м*°С	Кол-во закрытых пор, %	Кажущаяся плотность, Кг/м3	Горючесть	Водопоглощение, %	Разрушающее напряжение, МПа	
					При изгибе	При сжатии
0,024	95..97	33	Г1	0,7	0,2	0,12

Преимущества ПИР:

- Низкая группа горючести. ПИР относится к слабогорючим материалам. При взаимодействии ПИР с огнем на поверхности образуется кокс, который ограничивает доступ кислорода и материал самозатухает
  - Во время эксплуатации не изменяются свойства и характеристики, что обеспечивает большой срок эксплуатации
  - ПИР обладает повышенной химической стойкостью, не подвержен биологическому воздействию.



## Глава 3. Расчетная часть

### Расчет толщины теплоизоляционного слоя

Для безотказной перекачки нефти по нефтепроводу необходимо учитывать наличие теплоизоляции и ее параметры для поддержания наиболее оптимальной температуры нефти.

Главная задача при теплоизоляции – подбор наиболее оптимального материала, для данных условий. Материал должен сохранять свои теплоизоляционные свойства в течение длительного времени, при больших перепадах температуры и иметь низкий коэффициент теплопроводности для сокращения объемов производства.

Ниже представлены расчеты толщины теплоизоляционного слоя из ППУ и ПИР для смоделированного магистрального нефтепровода.

Таблица 3 – Исходные данные

Диаметр трубопровода, d	0,630 м
Толщина стенки, $\delta$	0,009 м
Температура нефти в трубе, $t_{нефти}$	55°C
Коэффициент теплопроводности ППУ, $\lambda_1$	0,029 Вт/м·°C
Коэффициент теплопроводности ПИР, $\lambda_2$	0,024 Вт/м·°C

Рассчитаем допустимые значения плотности теплового потока для цилиндрической поверхности диаметром менее 1400 мм. Согласно [4]:

$$q_l^{reg} = q_l K;$$

Где  $q_l$  – нормированная линейная плотность теплового потока (на 1 м длины цилиндрического объекта), Вт/м,

					Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Расчетная часть	Литера	Лист	Листов
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19		ДР	39	88
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19				
Консульт.								
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				
						Гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		

$K$  – коэффициент, учитывающий изменение стоимости теплоты и теплоизоляционной конструкции в зависимости от района строительства и способа прокладки трубопровода .

Методом интерполяции данных таблицы 2 из СП 61.13330.2018, для поставленной задачи  $q_l$  составляет 71,7 Вт/м;  $K=0,9$  (для районов Крайнего Севера)

$$q_l^{reg} = 71,7 \cdot 0,9 = 64,53 \frac{\text{Вт}}{\text{м}};$$

$$q_l^{reg} = q_l K;$$

Согласно [8] при расчете толщины однолойной изоляции трубопровода толщиной стенки можно пренебречь, так как сопротивление теплопередаче стали пренебрежимо мало по сравнению с сопротивлением теплопередачи изоляционного материала.

Рассчитаем толщину теплоизоляционного слоя из ППУ:

$$\ln B = 2\pi\lambda_1 \left[ \frac{K(t_b - t_h)}{q_L^H} - R_H^L \right];$$

Где  $\lambda_1$ – коэффициент теплопроводности ППУ;  $K$  – коэффициент дополнительных теплопотерь (принимается равным 1)[8];  $t_b, t_h$  – температура внутри изолируемого объекта и окружающей среды соответственно;  $q_L^H$ – нормированная линейная плотность теплового потока;  $R_H^L$  – линейное термическое сопротивление теплоотдаче наружной стенки изоляции согласно равным 0,02. Изоляция должна обеспечивать транспортировку нефти в регионе с суровым климатом, где зимой температура опускается до минус 50 °С, тогда в задаче  $t_h$  принимаем равным минус 50 °С.

$$\ln B = 2\pi \cdot 0,029 \left[ \frac{1 \cdot (55 - (-50))}{64,53} - 0,02 \right] = 0,293;$$

Определим величину  $B$ , где  $B = \frac{d_H^{ct} - 2\delta_{из}}{d_H^{из}}$ ;

$$B = e^{0,293} = 1,34;$$

Тогда толщина теплоизоляционного слоя  $\delta_{из}$  будет равна:

$$\delta_{из} = \frac{d_H^{ct}(B - 1)}{2}$$

Где  $d_H^{ct}$  – наружный диаметр трубопровода

					Расчетная часть	Лист
						40
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$\delta_{\text{из}} = \frac{0,63(1,34-1)}{2} = 0,107 \text{ м}$$

Аналогично проведем расчеты толщины теплоизоляционного слоя с применением ПИР:

$$\ln B = 2\pi \cdot 0,024 \left[ \frac{1 \cdot (55 - (-50))}{64,53} - 0,02 \right] = 0,242;$$

$$B = e^{0,242} = 1,274;$$

$$\delta_{\text{из}} = \frac{0,63(1,274 - 1)}{2} = 0,086 \text{ м.}$$

Проведем проверку допустимости толщины теплоизоляционного слоя из ПИР, для этого воспользуемся формулой расчета теплового потока через цилиндрическую поверхность диаметром менее 2 метров.

Сопротивление теплоотдаче от внутренней среды к внутренней поверхности стенки изолируемого объекта является пренебрежимо малым в сравнении с термическим сопротивлением теплоизоляционного слоя и может не учитываться в расчетах

Теплопроводность стенки из металла в многократно превышает теплопроводность изоляционного материала, поэтому термическим сопротивлением стенки можно пренебречь.

Учитывая, выше указанные допущения расчет производится по формуле:

$$q_L = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})K}{\sum_{i=1}^n R_i^L + R_{\text{н}}^L};$$

Где  $K$  – коэффициент дополнительных потерь, учитывающий теплотери через теплопроводные включения в теплоизоляционных

					Расчетная часть	Лист
						41
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

конструкциях, обусловленных наличием в них крепежных деталей и опор, принимаем равным 1,1.

Рассчитаем сопротивление теплоотдаче  $R_H^L$ :

$$R_H^L = \frac{1}{\pi d_H^{из} \alpha_H};$$

Где  $d_H$  из – внешний диаметр теплоизоляционного слоя;  $\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи от теплоизоляционного слоя в окружающую среду, определяется согласно [8]

$$R_H^L = \frac{1}{\pi \cdot 0,737 \cdot 26} = 0,017;$$

Затем рассчитывается термическое сопротивление  $R_i^L$

$$R_i^L = \frac{1}{\pi \lambda_i} \cdot \ln \frac{d_H^i}{d_{вн}^i};$$

Где  $d_H$ ,  $d_{вн}$  – соответственно наружный и внутренний диаметры теплоизоляционного слоя;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя

$$R_i^L = \frac{1}{\pi 0,029} \cdot \ln \frac{0,737}{0,63} = 1,723;$$

Тогда

$$q_L = \frac{(55 - (-50))1,1}{1,723 + 0,017} = 64,37.$$

					Расчетная часть	Лист
						42
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

**Вывод:**

При решении задачи по расчету необходимой толщины теплоизоляционного слоя смоделированного нефтепровода были получены следующие данные:

– Минимальная толщина теплоизоляционного слоя с применением ППУ составляет 0,107 м, что составит 28 % от общего диаметра трубопровода с нанесенным слоем изоляции.

– Минимальная толщина теплоизоляционного слоя с применением ППУ составляет 0,107 м, что составит 28 % от общего диаметра трубопровода с нанесенным слоем изоляции.

– Минимальная толщина теплоизоляционного слоя с применением ПИР составляет 0,082 м, что составит 24 % от общего диаметра трубопровода с нанесенным слоем изоляции.

При снижении коэффициента теплопроводности в 0,005 Вт/м·°С мы получаем снижение линейной плотности теплового потока на 12,02 Вт/м, что составляет 21 % от нормированного значения для нефтепровода диаметром 530 мм и температурой нефти в трубопроводе 55°С в районах Крайнего Севера

					Расчетная часть	Лист
						43
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

## Глава 4. Социальная ответственность

### Введение

Магистральный нефтепровод, проложенный на участках контакта с многолетнемерзлыми грунтами подвержен дополнительным физическим и механическим нагрузкам. Этот фактор повышает степень возникновения аварий на нефтепроводе. Данная работа посвящена особенностям эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера, рассмотрены методы борьбы с воздействием геокриологических процессов на магистральный нефтепровод.

Методы борьбы позволяют безопасную эксплуатацию при минимальных материальных затратах. Обязательным условием применения выбранных методов по защите трубопровода является не только экономическая эффективность, но и обеспечение требуемых параметров напряженно-деформированного состояния сооружения в течение всего срока эксплуатации. Это необходимо для создания условий безаварийной эксплуатации магистрального нефтепровода и, следовательно, сведения к минимуму негативного воздействия объекта исследования на экологическую обстановку региона прокладки.

В данном разделе проведен анализ возможных опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации линейной части магистрального нефтепровода в криолитозоне и даны рекомендации по обеспечению производственной безопасности.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Социальная ответственность	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	44	88
Консульт.		Черемискина М.С.		08.05.19		гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				

## **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **4.1.1 Социальные правовые нормы трудового законодательства**

Основным принципом деятельности организаций Компании в области охраны труда является признание приоритета жизни и здоровья работников.

К работам по эксплуатации магистральных нефтепроводов допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующее профессионально-техническое образование, прошедшие медицинское освидетельствование и производственное обучение, а также инструктажи и проверку (аттестацию) знаний правил охраны труда и промышленной безопасности [30].

Обучение и проверка знаний работников предприятий, эксплуатирующих МН, по охране труда должны проводиться в соответствии с ГОСТ 12.0.004.2015 [26]. Подготовка и проверка знаний (или аттестация) работников по вопросам промышленной безопасности должны проводиться в соответствии с "положением о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России" [30].

Персонал подразделений МН должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты, спецодеждой, спецпитанием и другими предусмотренными средствами согласно установленным в организации перечнем и нормам .

Рабочий персонал, в соответствии с федеральным законом от 28.12.13 № 426 – ФЗ «О специальной оценке условий труда», ст. 147 ТК РФ и ст. 117 ТК РФ, получает надбавку к заработной плате в размере не менее 4% от оклада и дополнительный оплачиваемый отпуск в размере 7 календарных дней, как работники, занятые на работах с вредными / опасными условиями труда [32].

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		45

## 4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей

### зоны

Для наиболее безопасного и эффективного ведения работ рабочее место должно быть правильно организовано с наиболее удобным и быстрым доступом к оборудованию. Необходимо обеспечить рациональное размещение зданий и сооружений станций, учитывая стороны света, рельеф местности и роза ветров. Это необходимо для того, чтобы обеспечить благоприятные условия для естественного освещения, проветривания помещений, минимизации последствий снежных заносов, избежать скопления газа в котловинах при его утечке.

## 4.2 Производственная безопасность

Согласно данным [35], при эксплуатации участка линейной части магистрального нефтепровода в штатном режиме сотрудниками линейной эксплуатационной службы осуществляются следующие работы по техническому обслуживанию: периодический технический осмотр (обход и объезд) и выполнение земляных работ по устранению незначительных размывов и просадок грунта засыпки трубопровода. Перечень опасных и вредных производственных факторов, воздействие которых возможно при выполнении перечисленных работ представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Возможные опасные и вредные производственные факторы

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы по ГОСТ 12.0.003-2015		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Технический осмотр трубопровода (обход, объезд) 2. Земляные работы по устранению незначительных размывов и просадок грунта	1. Отклонения показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Тяжесть и напряженность физического труда 3. Повреждения в результате контакта с животными	1. Движущиеся машины и механизмы 2. Пожаро- и взрывоопасность	ГОСТ 12.1.004–91 [19] ГОСТ 12.1.005–88 [20] ГОСТ 12.1.008-76 [21] ГОСТ 12.1.010–76 [22] ГОСТ 12.2.011-2012 [23] ГОСТ 12.4.011-89 [24] СанПиН 2.2.2776-10 [25]

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		46



#### 4.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия на исследователя(работающего)

##### *1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе*

Районы Крайнего Севера, характеризующиеся распространением многолетнемерзлых грунтов, характеризуются резко континентальным, субарктическим или арктическим климатом с низкими среднегодовыми температурами, очень суровой зимой.

Источником формирования данного вредного производственного фактора могут являться плохие метеорологические условия, в результате которых возможно отклонение показателей климата в рабочей зоне. Отклонение показателей микроклимата может привести к ухудшению общего самочувствия рабочего и стать причиной заболевания.

Оптимальный климат характеризуется сочетанием таких параметров, которые обуславливают сохранение нормального функционального состояния организма.

При определенной температуре воздуха и скорости ветра в холодное время года работы приостанавливаются в соответствии с постановлением [33]. Значения показателей, при которых прекращаются работы на открытом воздухе, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения показателей, при которых прекращаются работы на открытом воздухе

Скорость ветра, м/сек	Температура воздуха, °С	
	предоставить перерывы для обогрева и отдыха	прекратить работу
При безветренной погоде	-25	-42
от 5 до 10	-20	-38
от 10 до 22		-30
22 и более	-	Независимо от температуры воздуха

Работники, которые трудятся на открытом воздухе при низких температурах рискуют получить следующие травмы:

- переохлаждение организма (гипотермии);
- обморожение (руки, пальцы, нос).

Для профилактики обморожений работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, в которые входит комплект утепленной одежды. Комплект одежды включает: куртку (телогрейку); ватные штаны; свитер; головной убор (шапка); перчатки; обувь.

Одежда должна соответствовать всем требованиям, подходить по размеру и не сковывать движения. Современная спецодежда изготавливается из качественных утеплителей: тинуслейт, синтепон, холофайбер.

Для удобства работника, одежда оснащается дополнительными эргономичными деталями: капюшон, функциональные карманы). В ветряную погоду работники должны быть обеспечены средствами защиты лица (специальными масками).

Помимо одежды к работам должны допускаться работники с хорошей физической формой, и годные по здоровью. Доставка людей к рабочему месту осуществляется в специальных автомобилях, с системой отопления салона[24].

## *2. Тяжесть и напряженность физического труда*

Магистральный нефтепровод, прокладываемый в рассматриваемых условиях, характеризуется большой протяженностью и значительной удаленностью его участков от населенных пунктов. В связи с этим, работникам линейной эксплуатационной службы длительное время приходится проводить в командировках, что сопровождается тяжелым и напряженным трудом.

Основным при выполнении работ является физический труд, в результате которого происходит утомление мышц и снижение мышечной

					Социальная ответственность	Лист
						48
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

деятельности человека. Тяжелый и напряженный физический труд может повлиять на общее самочувствие рабочего и привести к развитию различных заболеваний. Для работника линейной эксплуатационной службы, согласно , допустимые показатели физической нагрузки имеют следующие значения:

- Физическая динамическая нагрузка до 46;
- Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную до 30 кг;
- Стереотипные рабочие движения до 40000 за смену;
- Наклоны корпуса до 100 за смену;

Перемещения в пространстве до 8 км по горизонтали, до 2,5 км по вертикали. Для снижения результатов воздействия данного фактора необходимо чередование периодов работы и отдыха. У людей, занятых тяжелым и напряженным физическим трудом, должен быть нормированный рабочий день с обеденным перерывом и периодическими кратковременными перерывами, а также должны быть предусмотрены надбавки к заработной плате и увеличена продолжительность отпуска.

### *3. Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми*

Районы Крайнего Севера характеризуется низкой плотностью населения и большими расстояниями между населенными пунктами, что обуславливает богатство животного мира региона, в том числе наличие крупных хищных зверей, ядовитых змей, насекомых и клещей. Столкновение сотрудников линейной эксплуатационной службы с этими животными вполне вероятно при работе на трассе нефтепровода в определенные периоды года и может привести к получению травм и, в отдельных случаях, к летальному исходу.

Для предотвращения негативного воздействия данного опасного фактора необходимо обеспечить персонал обувью, защищающей от укусов змей и спецсредствами, позволяющими отпугивать диких животных. Кроме того, к профилактическим мерам относится вакцинация всех работников

					Социальная ответственность	Лист
						49
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

линейной эксплуатационной службы от клещевого энцефалита и других заболеваний, а также применение репеллентов и плотной спецодежды с накомарниками и манжетами, плотно прилегающими к телу.

На случай нападения зверей у бригады, работающей на трассе, с собой должны находиться средства для оказания первой помощи при переломах и рваных ранах. Все сотрудники должны быть обучены методам оказания первой медицинской помощи. Также бригада должна быть обеспечена лекарственными препаратами, снижающими аллергическую реакцию при множественных укусах насекомых, и сывороткой от змеиного яда.

#### **4.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровня их воздействия**

*1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные).*

Перечисленные работы, выполняемые сотрудниками линейной эксплуатационной службы, обычно осуществляется без специальных машин и оборудования. Однако данный опасный производственный фактор имеет большое влияние, поскольку при техническом обслуживании линейной части магистрального нефтепровода бригады работников ежедневно преодолевают значительное расстояние на автомобильном транспорте. Дорожно-транспортные происшествия являются одним из основных источников производственных травм и смертности в компаниях по транспорту нефти и нефтепродуктов. Для снижения воздействия данного опасного фактора необходимо предпринимать следующие меры:

- Осуществлять контроль технического состояния транспортных средств;
- Производить ежедневную проверку состояния здоровья водителей;
- Не допускать нарушения условий труда и отдыха водителей;

					Социальная ответственность	Лист
						50
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

- Требовать строго соблюдения правил дорожного движения от водителей и пассажиров.

## *2. Пожаро- и взрывоопасность*

Нефть является горючей жидкостью, пары которой воспламеняются при внесении в их среду открытого пламени. Однако на линейной части магистрального нефтепровода воспламенение нефти возможно лишь при ее утечке из трубы. Утечка может быть вызвана разрушением трубопровода из-за развития дефектов трубы при нарушении ее напряженно-деформированного состояния, случайного или преднамеренного повреждения трубопровода.

Утечку нефти можно определить по повышению концентрации паров нефти в воздухе. Для своевременного обнаружения утечек перед началом выполнения работ необходимо производить контроль газовой смеси. Предельно – допустимая концентрация паров нефти и газов в рабочей зоне не должна превышать по санитарным нормам 300 мг/м<sup>3</sup>.

Также для устранения возможности воспламенения паров нефти работниками линейной эксплуатационной службы должны строго соблюдаться правила пожарной безопасности для газоопасных работ. К ним относятся:

- Запрет на использование открытого огня в т. ч. курение;
- Применение искробезопасного ручного инструмента;
- Применение электроинструмента во взрывозащищенном исполнении.

## **4.3 Экологическая безопасность**

Экологическая опасность предприятий трубопроводного транспорта углеводородов связана с некоторыми свойствами перекачиваемого продукта. Нефть и нефтепродукты легко воспламеняются, имеют низкую температуру вспышки, способны накапливать электрические заряды, образуют с серой пиррофорные соединения, способные самовозгораться при попадании на

					Социальная ответственность	Лист
						51
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

воздух, углеводородные газы взрывоопасны и токсичны, тяжелее воздуха и способны скапливаться в пониженных местах (котлованах, колодцах, приямках, оврагах) и продолжительное время удерживаться там [31].

#### **4.3.1 Защита атмосферы**

Загрязнение атмосферы при эксплуатации линейной части магистрального нефтепровода возможно при аварийных разливах нефти. При попадании нефти на воздух происходит испарение ее фракций, многие из которых обладают токсическими и раздражительными свойствами. В случае возгорания разлившейся нефти также образуются токсичные вещества, опасные для живых организмов. Для предотвращения аварийных разливов нефти необходимо повышать эксплуатационную надежность магистрального нефтепровода.

#### **4.3.2 Защита гидросферы**

При эксплуатации магистрального трубопровода или проведении ремонтных работ на участке некоторые загрязняющие вещества (масла, конденсат) могут нанести вред гидросфере, попав в сточные воды. Причиной этого могут послужить несоблюдение правил эксплуатации оборудования, износ уплотнений оборудования, аварии. Для защиты гидросферы следует исключить появление источников утечки вредных веществ на месте эксплуатации или при проведении работ, своевременно убирать отходы в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки. Необходимо придерживаться следующих природоохранных мероприятий [28]:

- соблюдать согласованные места расположения и границ площадок, находящихся от водоемов и водотоков на нормируемом расстоянии с целью исключения попадания загрязнений и нефтепродуктов в поверхностные воды;

					Социальная ответственность	Лист
						52
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

- ёмкости с отработанными материалами должны временно храниться на специально отведенной площадке с обваловкой и герметичным бордюром, позволяющим предотвратить разлив отходов за пределы площадки;

- в случае возникновения нештатной ситуации места проливов зачищаются немедленно с помощью песка. Образующийся отход должен храниться в отдельном контейнере

#### **4.3.3 Защита литосферы**

В период эксплуатации магистрального трубопровода может осуществляться негативное влияние на литосферу, источником которого могут являться отходы при производстве и при окончании срока эксплуатации оборудования. Во избежание этого все отходы необходимо подвергать селективному сбору, временному хранению на специально отведенных площадках и передаче на утилизацию специализированным организациям. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям техники безопасности, санитарно-гигиеническим нормам и выше перечисленным инструкциям [29].

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Причины возникновения чрезвычайных ситуаций на трассе нефтепровода могут быть разнообразны: лесные пожары, аварии, ошибки персонала, старение оборудования, удар молнии, а так же нарушение целостности нефтепровода, возникновение утечки.

Наиболее опасной чрезвычайной ситуацией на нефтепроводе является нарушение его целостности, возникновение утечек в больших объемах. Вышедшая наружу нефть с нефтепровода наносит непоправимый ущерб экологии района, и создает дополнительную опасность возникновения другой чрезвычайной ситуации, например, пожара.

					Социальная ответственность	Лист
						53
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

При возникновении аварии на нефтепроводе работники обязаны обеспечить все необходимые мероприятия для снижения последствий аварии.

В перечень мероприятий входит[35]:

- анализ аварии и ее опасности;
- обеспечить пожарную безопасность на месте работ;
- если необходимо, то провести эвакуацию населения вблизи аварии;
- провести мероприятия по устранению аварии (замена катушки);
- рекультивация земель в районе аварии.

Аварийно-восстановительные работы на магистральных нефтепроводах проводятся в следующей организационно-технологической последовательности[36]:

- сооружение земляного амбара и сбор в него нефти;
- подготовка ремонтной площадки и размещение на ней технических средств;
- вскрытие аварийного участка нефтепровода и сооружение ремонтного котлована;
- освобождение аварийного участка нефтепровода от нефти;
- вырезка дефектного участка нефтепровода;
- герметизация (перекрытие) внутренней полости нефтепровода;
- монтаж и вварка катушки;
- заварка контрольных отверстий и отверстий для отвода нефти;
- контроль качества сварных швов;
- пуск нефтепровода, вывод его на эксплуатационный режим;
- изоляция отремонтированного участка нефтепровода;
- засыпка нефтепровода, восстановление обвалования.

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		54



## Вывод

При выполнении работ по эксплуатации магистральных нефтепроводов необходимо соблюдать требования и правила безопасности с целью минимизации влияния или предотвращения воздействия на работающего указанных в данной главе опасных и вредных производственных факторов.

Обеспечение охраны окружающей среды позволит предоставить большинство проблем экологического и экономического характера, минимизировать отрицательное влияние человека на здоровую флору и фауну. Ответственное отношение работников к охране труда способно понизить число несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций.

					Социальная ответственность	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		55

## **Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение**

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

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Эксплуатация нефтепроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов, еще раз подчеркнуло важность использования теплоизоляции. Теплоизоляция нефтепроводов значительно снижает затраты по их эксплуатации, т.к. сводит к минимуму возможность временного выхода из строя нефтепровода из-за влияния низких температур на нефть

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевыми потребителями исследования являются предприятия нефтяной и газовой промышленности, занимающиеся эксплуатацией магистральных трубопроводов. Особый интерес будет вызывать у компаний, занимающихся транспортом нефти с Северных месторождений с осложненными климатическими условиями.

Поскольку категорией потребителей являются коммерческие организации, то критериями сегментирования являются размер компании и вид теплоизоляционных материалов. На основании выбранных критериев строится карта сегментирования рынка.

Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	56	88
Консульт.		Трубникова Н.В.		07.05.19		гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		
Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19				

Таблица 6 –Карта сегментирования рынка

Размер компаний		Пенополиуретан	Минеральная вата
	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Анализ сегментирования рынка показал, что спрос на теплоизоляцию как пенополиуретан может быть от крупных и средних предприятий компаний, занимающихся транспортом нефти с Северных месторождений в основном таких размеров) Также пенополиуретан считается наиболее герметичными, механически прочными и долговечными.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (табл.7).

Объектом анализа является материал тепловой изоляции для магистральных трубопроводов в условиях Крайнего Севера.

Для сравнения могут быть взяты два основных вида материала тепловой изоляции, которые используются в России:

- пенополиуретан (ППУ)
- пенополиизоцианурат (ПИР).

**Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)**

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>Пир</sub>	Б <sub>ППУ</sub>	К <sub>Пир</sub>	К <sub>ППУ</sub>
1	2	3	4	5	6
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1.Удобство в эксплуатации	0,10	4	5	0,4	0,5
1.Надежность	0,11	4	5	0,44	0,55
2.Долговечность	0,11	4	5	0,44	0,55
4.Экологическая безопасность	0,10	4	5	0,4	0,5
5.Теплопроводность	0,12	3	5	0,36	0,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
1.Конкурентоспособность Продукта	0,11	4	4	0,44	0,44
2.Цена	0,13	4	5	0,52	0,65
3.Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	5	0,4	0,5
4.Послепродажное обслуживание	0,12	4	5	0,48	0,6
Итого	1			3,88	4,89

При оценке качества используется два типа критериев: технические и экономические. Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале. Конкурентоспособность конкурента К:

$$K = \sum V_i B_i;$$

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Полученные результаты расчета сведены в таблицу 1. В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей. Анализ технических решений теплоизоляционных материалов показал, что наиболее эффективным является пенополиуретан(ППУ). Преимущество заключается в гарантированной экологичности и безопасности материала, относительно низкой себестоимости, но высоких прочностных характеристиках и большем сроке

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		58

эксплуатации, что, безусловно, экономит силы и средства. Уязвимость конкурента обусловлена, в основном, относительно высокой теплопроводностью.

### 5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Результаты SWOT-анализа исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы, представлены в таблице 8.

Таблица 8– SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны проекта:</b>	<b>Слабые стороны проекта:</b>
	С1. Сокращение объемов строительных материалов С2. Быстрая переподготовка сотрудников С4. Класс горючести Г1	Сл1. Высокая цена Сл2. Низкая прочность строительного материала

Продолжение таблицы 8

<p><b>Возможности:</b>                  В1. государственная поддержка производства                  В2. появление дополнительного спроса                  В2. использование технологических достижений для улучшения производства                  В3. Сокращение затрат на подогрев продукта</p>	<p>1. Сокращение объемов строительных материалов за счет улучшения их свойств позволит сократить сроки работ.                  2. Уменьшение габаритов и массы строительным материалов снизит физическую нагрузку на персонал</p>	<p>1. В долгосрочной перспективе высокая стоимость окупится снижением затрат на подогрев продукта, для его транспортировки.                  2. При использовании технологических достижений исключается такой недостаток как низкая прочность материала</p>
<p><b>Угрозы:</b>                  У1. Повышение затрат на изоляционные работы                  У2. Ужесточение нормативных стандартов                  У3.</p>	<p>1. сокращение объемов строительных материалов за счет улучшения их свойств позволит применять материал без повышения затрат.                  2. Наличие соответствующих сертификатов позволит действовать в рамках законодательства.                  Быстрая переподготовка</p>	<p>Внедрение контроля качества позволит применять материал в более широких масштабах</p>

Анализируя результаты SWOT-анализа, можно утверждать, что реализация представленных возможностей позволяет выгодно реализовать сильные стороны и уменьшить влияние слабых.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		60

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
	2	Выбор алгоритма исследований	
	3	Подбор и изучение литературы по теме	
Разработка тех. задания	4		Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Бакалавр
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Бакалавр
	8	Составление пояснительной записки	Руководитель
			Бакалавр

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

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

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

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.

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

Также определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i};$$

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

$t_{ож i}$  - ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн

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

Результаты расчетов представлены в таблице 10.

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

$$T_{ки} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}};$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		62



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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48.$$

Все рассчитанные значения приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , человек а дни	$t_{\text{max}}$ человека дни	$t_{\text{ож}}$ человека дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,2	Руководитель, Бакалавр	2	3
Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	15	20	17	Бакалавр	17	25
Согласование материалов по теме	3	8	5	Руководитель	5	8
Проведение теоретического анализа существующих технических решений	15	20	11	Бакалавр	17	25
Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	20	11	Бакалавр	17	25
Оценка результатов исследования	6	9	7,2	Руководитель Бакалавр	4	6
Составление пояснительной записки	5	15	9	Руководитель Бакалавр	5	8

Таблица 11– Календарный план график проведения НИР по теме

Содержание работ	Исполнители	$T_{ki}$													
			февр.		март			апрель			май				
Составление и утверждение задания	Руководитель	3	█												
Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	25		█	█	█									
Согласование материалов по теме	Руководитель	8				█	█								
Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Бакалавр	3					█	█							
Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Руководитель, Бакалавр	25					█	█	█	█					
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Бакалавр	25									█	█	█		
Оценка результатов исследования	Бакалавр	6											█	█	
Составление пояснительной записки	Руководитель, Бакалавр	8												█	█

### 5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для проведения научного исследования необходим компьютер, с установленными специальными программами и с соответствующим программным обеспечением.

$$Z_m = (1 + k_m) \cdot \sum_{i=1}^m C_i N_{\text{расх } i};$$

Где  $k_m$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

$m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх } i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт.);

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед.,руб			Затраты на материалы $Z_m$ ,руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага для принтера	пачка	1	1	1	300	310	400	300	310	400
Ручка шариковая	шт.	5	5	5	25	30	45	125	150	225

Продолжение таблицы 12

Карандаш	шт.	5	5	5	10	15	30	50	75	150
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	600	985	990	600	985	990
<b>Итого,руб</b>								1075	1520	1765

### 5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (программного обеспечения), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 13– Расчет затрат на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс.руб.			Общая стоимость оборудования, тыс.руб.		
		Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1	Исп. 1
1.	Компьютер	1	1	1	25	26	29	25	26	29
2.	Принтер	1	1	1	6	8	10	6	8	10
<b>Итого, тыс.руб</b>								31	34	39

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p ;$$

Где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

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

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		66

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} ;$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}}(1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}};$$

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

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

$k_{\text{д}}$  –коэффициент доплат и надбавок ( $k_{\text{д}} = 0,2$  , т.е. 20% от  $Z_{\text{тс}}$ );

$k_{\text{р}}$  - районный коэффициент (для Томска 1,3)

### 5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}} ;$$

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной.

Таблица 14 – Расчет заработной платы

Исполнитель проекта	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{р}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$ руб.	Итого руб.
Руководитель	12600	0,3	0,2	1,3	24570	1011	18	18198	0,12	2183,8	20381,8
Бакалавр	3800				7410	305	62	18910		2269,2	21179,2

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

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством Российской Федерации нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп})$$

где

$k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	18198	2183,8
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1 %	
Итого		
Руководитель	5523,5	

### 5.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (З_{м} + З_{об} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб})k_{нр} ;$$

$$З_{накл1} = (1075 + 31000 + 37108 + 4453 + 5523,5) \cdot 0,16 = 12665,5 \text{ руб.}$$

$$З_{накл2} = (1520 + 34000 + 37108 + 4453 + 5523,5) \cdot 0,16 = 13216,7 \text{ руб.}$$

$$З_{накл3} = (1765 + 39000 + 37108 + 4453 + 5523,5) \cdot 0,16 = 14055,92 \text{ руб.}$$

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

### 5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
1. Материальные затраты НИИ	1075	1520	1765	Пункт 3.1
2. Затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	31000	34000	39000	Пункт 3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	37108			Пункт 3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4453			Пункт 3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	5523,5			Пункт 3.5
6. Накладные расходы	12665,5	13216,7	14055,92	Пункт 3.6
7. Бюджет затрат НИИ	91825	95821,2	101905	Сумма 3.1-3.6

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

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

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		69

ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}};$$

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

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для первого варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{91825 \text{ руб.}}{101905 \text{ руб.}} = 0,9;$$

Для второго варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{95821 \text{ руб.}}{101905 \text{ руб.}} = 0,94;$$

Для третьего варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{101905 \text{ руб.}}{101905 \text{ руб.}} = 1.$$

Для оценки интегрального показателя ресурсоэффективности вариантов реализации научного исследования используется формула:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		70



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

где  $I_{pi}$  - интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта реализации научного исследования;

$a_i$  - весовой коэффициент  $i$ -го варианта реализации научного исследования;

$b_i$  - балльная оценка  $i$ -го варианта реализации научного исследования;

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 17.

Таблица 17– Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	3	3
3. Безопасность	0,2	5	5	5
4. Энергосбережение	0,2	4	3	4
5. Надежность	0,3	5	4	4
Итого	1	23	20	20

Основываясь на данных таблицы показатели ресурсоэффективности текущего проекта и двух других исполнений следующие:

$$I_{p-исп.1} = 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 5 = 4,7;$$

$$I_{p-исп.2} = 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 = 4,1;$$

$$I_{p-исп.3} = 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 = 4,1;$$

Интегральный показатель эффективности разработки и аналога определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		71

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}};$$

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,7}{0,9} = 5,22;$$

$$I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{p-\text{исп.2}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,1}{0,94} = 4,36;$$

$$I_{\text{исп.3}} = \frac{I_{p-\text{исп.3}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,1}{1} = 4,1;$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 12).

Сравнительная эффективность проекта:

$$Э_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}.$$

Таблица 18– Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	0,94	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	4,1	4,1
3	Интегральный показатель эффективности	5,22	4,36	4,1
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,2 1,3		

Как видно из таблицы, первый вариант исполнения научно-исследовательского проекта выгоднее остальных двух как с финансовой стороны, так и со стороны ресурсоэффективности.

## Заключение

В данной бакалаврской работе был исследован вопрос эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера. Эксплуатации нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах считается эксплуатацией в осложненных условиях.

Анализ приведенной в выпускной квалификационной работе информации позволяет сделать следующие заключения:

- Проанализированы положения нормативных документов по эксплуатации магистральных нефтепроводов;
- Изучены геокриологические процессы, оказывающие негативное влияние на эксплуатацию магистральных нефтепроводов ;
- Проанализированы современные методов борьбы с воздействием нефтепровода на многолетнемерзлый грунт;
- Разработаны рекомендаций для обеспечения надежности магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера.
- Был проведен расчет оптимальной толщины теплоизоляции на магистральном нефтепроводе, проложенном в условии многолетнемерзлых грунтов, и выбран наиболее оптимальный.

Полученные результаты работы позволяют сделать вывод, что различные методы борьбы воздействием нефтепровода на многолетнемерзлый грунт позволяют повысить надежность магистральных нефтепроводов.

					Технические особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов в условиях Крайнего Севера			
Изм	Лист	Ф.И.О.	Подп.	Дата	Севера			
Разраб.		Нурсалиева А.А.		01.06.19	Заключение	Литера	Лист	Листов
Руковод.		Крец В.Г.		01.06.19		ДР	73	88
Консульт. Рук. ООП		Брусник О.В.		01.06.19		гр.2Б5Б ОНД ИШПР ТПУ		



8. Васильев Г. Г. и др. Прокладка трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах с использованием грунтовых модулей // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2011. – № 3. – С. 12-17.

9. Витченко А. С. Контроль деформированного состояния надземных трубопроводов в криолитозоне : диссертация кандидата технических наук : 25.00.19. – М., 2008. – 115 с.

10. Голубин С. И. Повышение эксплуатационной надежности магистральных газопроводов в криолитозоне с применением технологии и технических средств термостабилизации грунтов : диссертация канд. тех. наук: 25.00.19.–Москва, 2012.–62 с.

11. Димов Л. А. Строительство нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах в южной части криолитозоны Центральной и Восточной Сибири // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 104-106.

12. Ершов Э. Д. Общая геокриология. М.: Изд-во МГУ, 2002

13. Идрисова Я. Р. Обеспечение безопасной эксплуатации магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов на участках многолетнемерзлых грунтов : диссертация кандидата технических наук : 25.00.19. – Уфа, 2015. – 98 с

14. Лисин Ю. В. и др. Технические решения по способам прокладки нефтепровода Заполярье – НПС «Пурпе» // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2014. – № 1. – С. 24-

15. Технологии термостабилизации грунтов [Электронный ресурс]: – Москва: 2012. Режим доступа свободный: URL. <http://simmakers.ru/tekhnologiya-termostabilizatsii-gruntov/>.

					Список использованных источников	Лист
						75
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

16. Суриков В. И. и др. Технические решения по теплоизоляции линейной части трубопроводной системы Заполярье – Пурпе // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2013. – № 1. – С. 12-16.

17. Чехлов А.Н. Обеспечение безопасной эксплуатации магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов на участках многолетнемерзлых грунтов: магистерская диссертация: – Томск, 2015.

18. Polyisocyanurate pipe insulation – Form Polyisocyanurate September 2014 [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://www.spico.com/pdf/Polyisocyanurate-Pipe-Insulation-Datasheet.pdf>

19. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования / Информационная система МЕГАНОРМ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294852/4294852046.html>

20. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>

21. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования / Информационная система МЕГАНОРМ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://meganorm.ru/Index1/4/4656.htm>.

22. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования / Информационная система МЕГАНОРМ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294852/4294852042.htm>

23. ГОСТ 12.2.011-2012 ССБТ. Машины строительные, дорожные и землеройные. Общие требования безопасности / Информационная система МЕГАНОРМ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <https://meganorm.ru/Index/54/54858.htm>

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		76

24. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация / [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://docs.cntd.ru/document/1200000277>

25. СанПиН 2.2.2776-10 Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний / Информационная система МЕГАНОРМ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://meganorm.ru/Index1/60/60181.htm>

26.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к URL: <https://www.internet-law.ru/gosts/gost/21681/>

27.ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – режим доступа к URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200234>

28.ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений. [Электронный ресурс]. – режим доступа к URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17-1-3-13-86>

29.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859406>

30.РД 153-39.4-056-00 - Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов. [Электронный ресурс]. – режим доступа к URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030378>

31. РД-03.100.30-КТН-340-08 Учебное пособие для обучения по рабочей профессии «трубопроводчик линейный 2-5 разрядов». М.: ОАО «АК «Транснефть», 2008. – 698 с.

					Список использованных источников	Лист
						77
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

32.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) [Электронный ресурс]. – режим доступа к URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664>

33. Постановление администрации Ямало-Ненецкого автономного округа от 28.01.1992 № 21 «О производственных работах на открытом воздухе в холодное время года на территории Ямало-Ненецкого автономного округа» [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://y nao.regnews.org/doc/ke/g5.htm>

34 Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об охране окружающей среды» / Информационная система МЕГАНОРМ [Электронный ресурс]. – режим доступа к стр.: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294847/4294847255.htm>

35. Володченкова О. Ю. Обеспечение проектного положения подземных магистральных нефтепроводов в зонах вечной мерзлоты : диссертация кандидата технических наук : 25.00.19. – М., 2007. – 150 с.

36. План ликвидации возможных аварий на объектах магистральных нефтепроводов. ЛЧ МН «Александровское-Самотлор» км 42-км 65 РНУ «Стрежевой»,2012.–35с.

					Список использованных источников	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата		78