

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях»

УДК 621.644.07:52-83-021.383

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Купцов И.Е.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шадрина А.В.	д.т.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Черемискина М.С.	ассистент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
<i>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</i>		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации 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>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).</i>
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-e).</i>
<i>Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»</i>		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР
 _____ Брусник О.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Б	Купцову Игорю Евгеньевичу

Тема работы:

«Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования данной ВКР являются трубопроводы, проложенные в районах со сложными инженерно-геологическими условиями</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>Рассмотреть основные инженерные решения, применяемые при прокладке трубопровода в сложных условиях, определить факторы, усложняющие процесс строительства, изучить особенности прокладки, трубопровода в районах со сложными условиями, применяемые инженерные решения.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Рыжакина Т.Г., доцент</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Черемискина М.С., ассистент</p>
<p>Расчетная часть</p>	<p>Шадрина А.В., доцент</p>
<p>Теоретическая информация</p>	<p>Шадрина А.В., доцент</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p></p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шадрина А.В.	д.т.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Купцов Игорь Евгеньевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Б	Купцову Игорю Евгеньевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов		21.03.01. Нефтегазовое дело
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость ресурсов научного исследования на выполнение работ: материальные затраты НИИ – 1218 руб., затраты на специальное оборудование – 76000 руб., основная заработная плата – 89181 руб., дополнительная заработная плата – 13377,15 руб., отчисления на социальные нужды – 27793,26 руб., накладные расходы – 33211,1 руб.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>ВСН 467-85 «Производственные нормы расхода материалов в строительстве» Единые нормы амортизационных отчислений по постановлению Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 07.07.2016); Приказ Минтруда России от 30.12.2016 № 851н «Об утверждении классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска» и др.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20% Социальные отчисления 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
<i>2. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет и риски</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИИ</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рыжакина Т. Г.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Купцов Игорь Евгеньевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б6Б	Купцову Игорю Евгеньевичу

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

Тема ВКР:

Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования данной ВКР являются трубопроводы, проложенные в районах со сложными инженерно-геологическими условиями Западной Сибири и Крайнего Севера.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.</p>	<p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) (гл.47, ст.302; гл.50, ст.313 «Специальные правовые нормы трудового законодательства для условий работы на территории Крайнего Севера»); ГОСТ 12.1.046-2014 ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя; ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя.</p>
<p>2. Производственная безопасность 2.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого</p>	<p>Производственная безопасность.</p>

<p>решения. 2.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия вредных и опасных факторов.</p>	<p>Анализ вредных факторов на рабочем месте: Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны; Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; Превышение уровня шума; Превышение уровня вибрации. Анализ опасных факторов рабочей среды: Механические повреждения; Электробезопасность; Пожаробезопасность.</p>
<p>3. Экологическая безопасность: - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - обоснование мероприятий по защите окружающей среды.</p>	<p>Защита атмосферы (выбросы, выхлопные газы). Защита гидросферы (сбросы отходов). Защита литосферы (загрязнение и отравление почв при строительстве).</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.</p>	<p>Меры безопасности при чрезвычайных ситуациях. Возможные ЧС: возгорания и взрывы, разрушение нефтепровода, падение техники в котлован, возникающие по причинам: - техногенного характера (наиболее типичная); - утечки с возгоранием; - попадания молнии;</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б6Б	Купцов Игорь Евгеньевич		

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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: _____

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.04.2020	<i>Сложные инженерно-геологические условия. Общие положения</i>	
26.04.2020	<i>Инженерные решения и технологии строительства</i>	
09.05.2020	<i>Анализ инженерных решений и технологий строительства</i>	
15.05.2020	<i>Определение толщины стенки трубопровода</i>	
01.06.2020	<i>Социальная ответственность</i>	
05.06.2020	<i>Финансовый менеджмент</i>	
16.06.2020	<i>Презентация</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Шадрина А.В.	д.т.н, доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Балластировка трубопровода: установка на трубопроводе устройств, обеспечивающих его проектное положение на обводненных участках трассы;

Газопровод: трубопровод предназначенные для транспортирования газа;

Грунт мерзлый: грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями;

Грунт многолетнемерзлый: грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянно в течение трех или более лет;

Горная местность: это части поверхности земли, которые возвышены над прилежащими равнинами и холмами, имеют высоту более 200 м относительно уровня моря и обладают уклонами 8–10°;

Заболоченные участки: это участки, грунты которых имеют значительное водонасыщение и торфяной покров менее 0,5–0,6 м;

Обводненные участки: это участки, покрытые водой и не имеющие торфяного покрова.

Осадка грунта: понижение поверхности грунта в основании сооружения.

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Купцов И.Е.				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Шадрина А.В.					11	74
Консульт.					НИ ТПУ гр. 2Б6Б		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.						

СОКРАЩЕНИЯ:

ММГ – многолетнемерзлый грунт;

ГНБ – горизонтально – направленное бурение;

НДС – напряженно – деформированное состояние;

УВ – углеводороды;

МТ – магистральный трубопровод;

ВСТО – трубопроводная система «Восточная Сибирь — Тихий океан».

					Определения, обозначения, сокращения	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 81 страница, 10 рисунков, 19 таблиц, 35 источников цитируемой литературы.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, анализ, многолетнемёрзлые грунты, болота, сейсмоактивные районы, горная местность, водные преграды, инженерные решения и технологии строительства.

Объектом исследования являются трубопроводы, проложенные в районах со сложными инженерно-геологическими условиями.

Цель работы: рассмотреть основные инженерные решения, применяемые при прокладке трубопровода в сложных условиях.

В процессе работы был проведен анализ инженерных решений и технологий строительства с технико – экономической точки зрения.

В результате исследования: произведены расчёты толщины стенки трубопровода. Выполнена проверка трубопровода на прочность в продольном направлении. Также выполнена проверка трубопровода на пластические деформации.

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Купцов И.Е.</i>			Реферат	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шадрина А.В.</i>					11	74
<i>Консульт.</i>						НИ ТПУ гр. 2Б6Б		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Содержание

Содержание	14
ВВЕДЕНИЕ	17
1. Сложные инженерно–геологические условия. Общие положения	19
1.1 Многолетнемёрзлые грунты	19
1.2 Болота.....	20
1.3 Горная местность.....	21
1.4 Сейсмоопасные районы	21
1.5 Водные преграды.....	22
2. Инженерные решения и технологии строительства	23
2.1 Прокладка трубопровода в вечномёрзлом грунте	23
2.2 Прокладка трубопровода на болотах	24
2.3 Прокладка трубопровода в горной местности	27
2.4 Прокладка трубопровода в сейсмоопасных районах	28
2.5 Водные преграды.....	30
3. Анализ инженерных решений и технологий строительства	32
3.2 Прокладка трубопровода на болотах	35
3.3 Прокладка трубопровода в горной местности.....	36
3.4 Прокладка трубопровода в сейсмоопасных районах	37
3.5 Прокладка трубопровода через водные преграды.....	38
4. Определение толщины стенки трубопровода	41

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Содержание	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Купцов И.Е.</i>				11	74	
<i>Руковод.</i>		<i>Шадрина А.В.</i>						
<i>Консульт.</i>								
<i>Рук-ль ОООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>				НИ ТПУ гр. 2Б6Б		

Исходные данные	41
4.1 Проверка трубопровода на прочность в продольном направлении	43
4.2 Проверка трубопровода на пластические деформации.....	44
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .	46
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	46
5.2 Планирование научно-исследовательских работ	52
5.3 Бюджет научно-технического исследования НТИ	57
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	61
6. Социальная ответственность	64
6.2 Производственная безопасность	65
6.3 Вредные факторы	67
6.3.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.....	67
6.3.3 Превышение уровня шума на рабочем месте	68
6.4 Вредные факторы	70
6.4.1 Механические повреждения	70
6.4.2 Электрический ток	70
6.4.3 Пожароопасный фактор	71
6.5 Экологическая безопасность	71
6.5.2 Защита гидросферы	72

6.5.3 Защита литосферы.....	73
6.6 Меры безопасности в чрезвычайных ситуациях	74
Выводы к разделу социальная ответственность:	75
Заключение	77
Список используемой литературы	80

					Содержание	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

ВВЕДЕНИЕ

Трубопроводный транспорт нефтепродуктов получил широкое распространение как в России, так и за рубежом. В настоящее время без него трудно представить возможность технического прогресса в любой отрасли промышленности. Магистральные нефтепроводы в Западной Сибири и на севере Европейской части России начали строить примерно с середины 60–х годов прошлого века. С самого начала проектировщики, строители и эксплуатация столкнулись с серьезной проблемой: прокладкой трубопроводов через районы со сложными инженерно–геологическими условиями.

В России основной объем УВ добывается на северных месторождениях Западной Сибири, Республики Коми, Ямало – Ненецкого автономного округа. Основные потребители УВ расположены в Европе, но в последние годы наблюдается тенденция роста спроса УВ в Азии. Именно данный факт потребовал строительства МТ, таких как «ВСТО» и «Сила Сибири». Проектирование и строительство трубопроводов в сложных условиях северной климатической зоны представляют повышенную сложность по причине специфических особенностей территории.

В виду разнообразия и сложности условий, существует огромное количество технических решений и технологий строительства, которые используются при прокладке трубопровода. Каждое решение и технология имеют свои слабые и сильные стороны. Поэтому важно выбрать те, которые будут наиболее эффективны с технико – экономической точки зрения. В таких условиях анализ инженерных решений и технологий строительства является довольно актуальной задачей.

Цель, которая была поставлена, – рассмотреть основные инженерные решения, применяемые при прокладке трубопровода в сложных условиях.

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Купцов И.Е.</i>			Введение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шадрина А.В.</i>					11	74
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ гр. 2Б6Б</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить факторы, усложняющие процесс строительства;
- изучить особенности прокладки трубопровода в районах со сложными условиями, применяемые инженерные решения;
- выявить типовые инженерные решения, применяемые в конкретных условиях;
- провести расчеты толщины стенки трубопровода, выполнить проверку трубопровода на прочность в продольном направлении, и проверку на пластические деформации.

					Введение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1. Сложные инженерно–геологические условия. Общие положения

Сложные инженерно–геологические условия – это совокупность характеристик компонентов геологической среды исследуемой территории – рельефа, состава и состояния горных пород, условий их залегания и свойств, включая подземные воды, геологических и инженерно – геологических процессов и явлений, – влияющих на условия проектирования и строительства, а также на эксплуатацию инженерных сооружений соответствующего назначения (по СП 11–105–97 (часть I) [1]).

1.1 Многолетнемерзлые грунты

В земной коре существуют такие зоны, в которых на некоторой глубине сохраняется минусовая температура, из года в год. Такое явление – вечная мерзлота, а такие зоны грунтов – криолитозона. Учение о явлениях вечной мерзлоты называется мерзловедением или геокриологией. В мерзловедении изучаются явления как вечной, так и сезонной мерзлоты, возникающей и исчезающей в зависимости от времени года и климатических условий.

Осложняющим фактором данного условия является высокая просадочность и нестабильность грунта при повышении температуры, из – за этого образуются провисы МТ, увеличивается вероятность возникновения НДС трубопровода.

Грунт называется мерзлым, если он имеет нулевую или отрицательную температура и содержит в своем составе лед. Грунт называется многолетнемерзлым, если он находится в мерзлом состоянии на протяжении многих лет (более трех).

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Сложные инженерно – геологические условия	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Купцов И.Е.</i>						11	74
<i>Руковод.</i>	<i>Шадрина А.В.</i>							
<i>Консульт.</i>								
<i>Рук-ль ООП</i>	<i>Брусник О.В.</i>							
						НИ ТПУ гр. 2Б6Б		

Специфика многолетнемерзлых грунтов в том, что в их составе содержится лед. При повышении температуры выше 0°С мерзлый грунт начинает оттаивать, и его прочность сразу же снижается, качественно изменяются и другие свойства, особенно в пылевато – глинистых грунтах. Под сооружениями образуются своеобразные «чаши» протаивания.

1.2 Болота

Заболоченными называются участки, грунты которых имеют значительное водонасыщение и торфяной покров менее 0,5–0,6 м, а к обводненным — участки, покрытые водой и не имеющие торфяного покрова.

Опасным фактором данного условия является повышенная обводнённость и нестабильность грунтов, что приводит к повышенному риску возникновения коррозии, появлению просадок, и как следствие увеличению значения показателя НДС МТ.

Болотами называют участки земной поверхности, характеризующиеся избыточным увлажнением верхних горизонтов почво–грунтов и горных пород, развитием болотной растительности и образованием торфа [2]. Болотом (торфяником) со строительной точки зрения называется избыточно увлажненный участок земной поверхности, покрытой слоем торфа мощностью 0,5 метров и более. Торф есть своеобразное, относительно молодое геологическое образование, создающееся в результате отмирания болотной растительности при избыточном количестве влаги и недостаточном доступе воздуха. Физические свойства торфа зависят от состава твёрдой фазы, степени её разложения или дисперсности, а также от степени увлажнённости. Плотность торфа зависит от влажности, степени разложения, зольности, состава минеральной и органических частей, в естественных условиях залежи достигает 800–1080 кг/м³.

					Сложные инженерно–геологические условия. Общие положения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1.3 Горная местность

Горная местность – это части поверхности земли, которые возвышены над прилежащими равнинами и холмами, имеют высоту более 200 м относительно уровня моря и обладают уклонами 8–10°.

Опасным фактором данного условия является потенциальное механическое воздействие на трубопровод, выраженное в потенциальном повреждении трубопровода селевыми потоками, камнепадами, сходами лавин, обвалами и осыпями.

Наличие косогоров и курумов, также осложняет прокладку трубопровода. Поскольку первые представляют собой горные склоны, обладающие крутизной 3–45° а вторые, это скопления различного рода глыб, щебня, склонные к подвижкам.

1.4 Сейсмоопасные районы

Землетрясения – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии Земли и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний (по ГОСТ 22.0.03–97 [3]).

Опасным фактором данного условия является сейсмическое воздействие на трубопровод. В результате данного воздействия возникает НДС трубы.

Самой распространенной причиной сейсмической активности является возникновение внутренних напряжений, имеющих размерность и разрушение пород. Накопленная при упругих деформациях породы, потенциальная энергия преобразуется в кинетическую, которая создает сейсмические волны в грунте. При анализе последствий землетрясений установили, что колебания, возникающие в отдельных конструкциях, являются пространственными,

					Сложные инженерно–геологические условия. Общие положения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

то есть движутся одновременно в нескольких направлениях. Следовательно, можно сделать вывод, что движение грунта при землетрясении является сложным многомерным (пространственным) процессом.

1.5 Водные преграды

Магистральные нефтепроводы, которые размещаются на земной поверхности, встречают на своем пути препятствия – реки, озера, водохранилища.

Необычайно широк диапазон различного рода воздействий, оказываемых на подводные трубопроводы в зависимости от вида пересекаемых водных препятствий: течение, волны, лед поверхностный, донный, переформирование дна водоемов, наружное давление воды при укладке на больших глубинах, воздействие якорей, волокуш и других предметов, опускаемых судами на дно водоемов. Что может привести к механическим повреждениям трубопровода.

Практически при проектировании и строительстве переходов должна быть решена задача создания подводных трубопроводов, которые могли бы работать без аварий и ремонтов в течении 40–50 лет. Только в этом случае средства, затрачиваемые на их строительство, можно считать оправданными, а водоемы – защищенными от возможного попадания в них вредных для животного и растительного мира продукто

					Сложные инженерно–геологические условия. Общие положения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2. Инженерные решения и технологии строительства

2.1 Прокладка трубопровода в вечномёрзлом грунте

Поскольку опасным фактором данного условия является высокая просадочность и нестабильность грунта при повышении температуры, то необходимо предусматривать инженерные решения, которые помогут снизить риск возникновения НДС и уменьшить влияние данного фактора на МТ.

Минимальная толщина промерзания слоя, на котором будут производиться работы должна быть более полуметра. Если площадка заранее была отсыпана, то работы на ней можно производить круглый год.

Возможно и проведение работ в летний период, но при повреждении несущей способности верхнего слоя, работы возможно будет производить только с использованием специальной техники.

Существует три вида укладки трубопровода на многолетнемерзлом грунте:

- 1) Надземный
- 2) Наземный
- 3) Подземный

Надземный подразумевает собой строительство специальных опор, позволяющих исключить контакт «трубопровод – земля», например, применение ТСГ при строительстве опор на участке МТ «ВСТО» на участке «Куюмба – Тайшет» поверх которых укладывается сам трубопровод.

Наземный предусматривает строительство насыпей, которые состоят из грунта, содержащего минимальное количество частиц льда в своём составе. Данный способ требует применения специальных теплоизоляционных материалов, а также использование труб с термоизоляцией, нанесённой на заводе, делается это с целью предотвратить загустевание нефти.

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Купцов И.Е.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.				11	74
Консульт.					НИ ТПУ гр. 2Б6Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					

Заводская изоляция труб должна соответствовать требованиям, указанным в ОТТ–25.220.00–КТН–179–15 [4].

Подземный способ укладки, подразумевает под собой укладку теплоизоляционных экранов и отсыпку сыпучемёрзлого грунта на дно траншеи. На рисунке 1 представлены типовые схемы каждого из способов прокладки трубопровода:



Рисунок 1 – Виды прокладки трубопроводов

2.2 Прокладка трубопровода на болотах

Поскольку осложняющим фактором данного условия является повышенная обводнённость и нестабильность грунтов, из то необходимо применять инженерные решения и технологии, которые позволят минимизировать негативное воздействие влаги на металл, а также уменьшить возникновения НДС при возникновении просадок грунта.

При проведении геологических изысканий, а также при проектировании необходимо учитывать несколько основных параметров [5]:

- 1) давление всего сооружения на основание, на которое оно крепится;
- 2) крайние значения деформации, при которой не произойдёт авария;
- 3) способности грунта, который является основанием выдерживать два основных вида нагрузок (временные и постоянные).

Уложенный трубопровод может дать осадку, но это не вызывает появления различного рода напряжений, поскольку труба представляет собой гибкую нить. Болота, которые заполнены торфом, можно использовать в

					Инженерные решения и технологии строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

качестве основания для трубопроводной магистрали. Для осуществления данной укладки необходимо соблюсти два условия:

- 1) Цельность сооружения сохранится на весь срок эксплуатации;
- 2) Способы проведения работ, характерные для каждого класса болот.

Для соблюдения первого условия необходимо, чтобы трубопровод находился на торфяном грунте, который будет отделять минеральное дно от контакта с трубой.

Второе условие требует от нас разделять болота на классы по проходимости (рисунок 2).

Тип болота	Характеристика условий проходимости
I	Болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и периодическое передвижение болотной техники с удельным давлением 0,02–0,03 МПа или работу обычной техники с помощью щитов, сланей, лежневых или других временных дорог, обеспечивающих снижение удельного давления на поверхность залежи до 0,02 МПа
II	Болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение строительной техники только по щитам, сланям или временным дорогам, обеспечивающим снижение удельного давления на поверхность залежи до 0,01 МПа
III	Болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой, допускающие работу только специальной техникой на понтонах или обычной техникой с плавучих средств

Рисунок 2 – Типизация болот по проходимости [6]

Трубопроводы больших диаметров имеют свойство обладать повышенной плавучестью, для удержания их в исходном положении необходимо использовать специальные утяжелители (балласты).

Основным методом, применяемым при строительстве трубопроводов на заболоченном грунте, является использование балластировки. Выбор конструкции зависит от способа укладки трубопровода. При укладке трубопровода такими методами, как сплав и протаскивание применяются сборные кольцевые и ж/б утяжелители (рисунок 3).

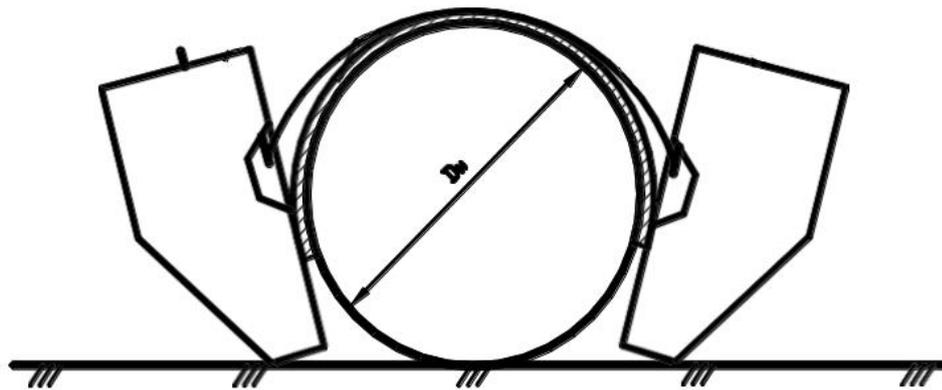


Рисунок 3 – Общий вид ж/б утяжелителя

При укладке с бермы траншеи, а также при прокладке через болота с толщиной слоя торфа более глубины траншеи, имеет место применение железобетонных утяжелителей охватывающего типа.

При укладке трубопровода через болота с толщиной торфяного слоя менее глубины траншеи, а также через обводнённые и заболоченные территории, используются ж/б утяжелители разных конструкций, контейнеры, изготовленные из полимеров или нетканых синтетических материалов, также применяются анкерные устройства, заполненные грунтом (рисунок 4).



Рисунок 4 – Контейнер текстильный, заполненный грунтом

2.3 Прокладка трубопровода в горной местности

Так как опасным фактором данного условия является потенциальное механическое воздействие на трубопровод, выраженное в потенциальном повреждении трубопровода селевыми потоками, камнепадами, сходами лавин, обвалами и осыпями, то необходимо применять инженерные решения, позволяющие по возможности исключить данный фактор.

Строительство трубопроводов в горах – весьма сложная в инженерно–техническом и организационном отношении задача. Горная местность представляет для строителей комплекс многообразия рельефа, геологических структур, гидрологических и климатических особенностей. Методы производства работ в этих условиях должны быть достаточно гибкими и разнообразными.

Подготовка трассы сводится здесь не просто к планировке полосы отвода, корчевке леса, а часто требует разработки большого объема горных пород для строительства полков, которые представляют собой сочетания полувыемок и полунасыней. Вынужденная ограниченность в ширине полки требует применения последовательности работ и устройства траншей до вывозки труб на трассу и монтажа трубопроводов.

Значительные объемы работ приходится выполнять по устройству временных дорог, съездов, объездов, устранению завалов, уборке валунов и т. д.

Перед началом строительства трубопровода необходимо исследовать грунт, обозначить участки, на которых возможен сход селей или оползней, присутствуют ли на пути будущей трассы действующие или временно недействующие водные объекты (ручьи, которые возникают при выпадении осадков), провалы земной поверхности (овраги или канавы).

Землеройные, транспортные и строительные машины на гусеничном и пневмоколесном ходу с прицепным или навесным оборудованием могут работать на косогорах крутизной не более 8°. При большей крутизне склонов необходимо предусматривать устройство рабочей полосы (полки) с

					Инженерные решения и технологии строительства	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поперечным уклоном не более 5° , по которой должен обеспечиваться проход строительной техники и проезд автотранспорта в процессе эксплуатации трубопроводов со съездами и въездами.

Растительность на пути трассы также является важным фактором и может повлечь за собой определённого рода трудности при проведении работ.

2.4 Прокладка трубопровода в сейсмоопасных районах

Поскольку осложняющим фактором данного условия при строительстве является сейсмическое воздействие на трубопровод, в результате чего возникает НДС трубы, то необходимо рассматривать инженерные решения, которые позволят уменьшить вредное воздействие на трубопровод.

Согласно требованиям нормативных документов, при расчете сейсмических воздействий на инженерные сооружения, поддерживающие трубопровод, допускают неупругое деформирование и не исключают возможности возникновения остаточных деформаций, локальных повреждений и т. д. По данным документам, дополнительные напряжения в нефтепроводах предполагается рассчитывать, в качестве результата воздействия сейсмической волны, направленной вдоль продольной оси трубопровода, вызванной напряженным состоянием грунта.

Исходя из требований нормативных документов, сейсмостойкость нефтепроводов должна обеспечиваться следующим:

- выбор участков трасс и площадок для строительства с минимальной возможностью возникновения сейсмической опасности;
- применение рациональных конструктивных методов и мероприятий, снижающих сейсмическое воздействие;
- наличие дополнительного запаса прочности, принимаемого при проведении расчетов прочности и устойчивости нефтепроводов [9].

При выборе трассы нефтепроводов в районах с сейсмической активностью необходимо свести к минимуму наличие косогорных участков,

					Инженерные решения и технологии строительства	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

участив с неустойчивыми грунтами, территорий горных выработок и активных тектонических разломов, а также участки, сейсмичность которых превышает девять баллов [9].

При проектировании нефтепровода в зонах с сейсмической активностью или в грунтах с отличающимися свойствами рекомендуется предусмотреть компенсацию продольных деформаций. Данный метод используется на горизонтальных или открытых наклонных компенсационных зонах, сооружаемых в местах поворота трассы в плане. Чтобы компенсировать продольные деформации нефтепровода применяют трапецеидальный компенсатор с конструктивным элементом, обеспечивающим прием распора от давления, находящегося внутри. Любой компенсатор должен обеспечить пропускную способность необходимую по проекту строительства и эксплуатации диагностических, разделительных и очистных устройств. Схемы компенсаторов представлены на рисунке 4.

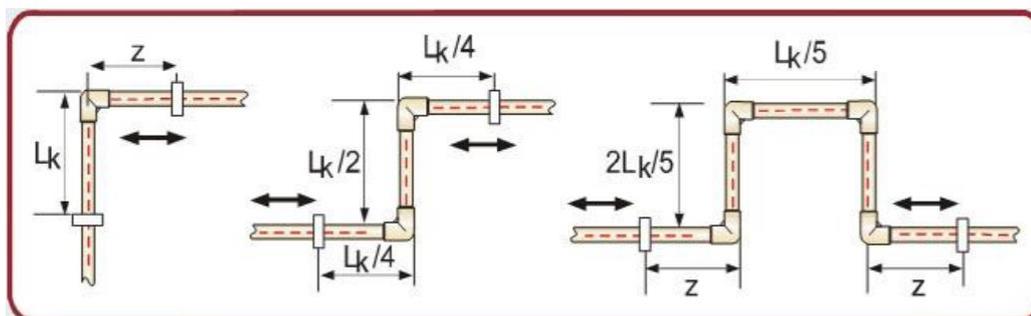


Рисунок 4 – П, Г, Z – образные компенсаторы

Для определения напряжённо – деформированного состояния (НДС) трубопровода в районе активных тектонических разломов устанавливаются «интеллектуальные вставки».

Интеллектуальные вставки представляют собой комплект приборов, устанавливаемых в заводских условиях «на катушку» трубы для последующей врезки в нефтепровод в местах прохождения трубопровода через активные разломы [9].

Применение полимерных труб. Масса полиэтиленовых труб в 7 раз меньше стальных. Монтаж не требует громоздкого оборудования для

					Инженерные решения и технологии строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

транспортировки и подъема, стоимость строительства нефтепроводов из таких труб на 25% меньше, чем стальных. Эластичность и гладкость труб на порядок выше, из-за этого увеличивается пропускная способность на 3–4%.

В некоторых случаях, чтобы повысить сейсмостойкость подземного нефтепровода, следует оборудовать саму траншею для создания возможности подвижек нефтепровода без его существенной деформации и разрушения в случае проявления сейсмической активности.

Траншея трубопровода в районах с сейсмической активностью отличается формой, материалом засыпки и размером от обычной траншеи, данные факторы помогают обеспечить подвижность нефтепровода и предотвратить его повреждение во время землетрясения.

2.5 Водные преграды

Поскольку диапазон различного рода воздействий, оказываемых на подводные трубопроводы зависит от вида пересекаемого водного препятствия, то необходимо рассматривать инженерные решения, характерные для каждого конкретного вида в отдельности, но главной задачей является снижение вероятности механического повреждения трубопровода.

Пересечения магистральными нефтепроводами естественных преград бывают надземными (надводными) и подводными [10]. Надземные переходы в зависимости от конструктивной схемы пролетов бывают балочными, арочными и висячими. Выбор конкретной схемы перехода зависит от диаметра нефтепровода, удобства его обслуживания и гидрологических условий водной преграды. Опоры, на которых устраивают нефтепровод, могут быть свайными, кольцевыми, стоечными или плитными, а опорные части – катковыми, скользящими или неподвижными.

Траншейные методы в грунте, в защитном канале, в кожухе, под защитными плитами, со специальной засыпкой применяются при переходе через водоемы.

					Инженерные решения и технологии строительства	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Бестраншейные методы: прокол, продавливание, микротоннелирование, горизонтально направленное бурение (ГНБ) применяется при строительстве переходов под водоемами, прибрежными участками моря при необходимости избежать нарушения поверхности в ходе строительства.

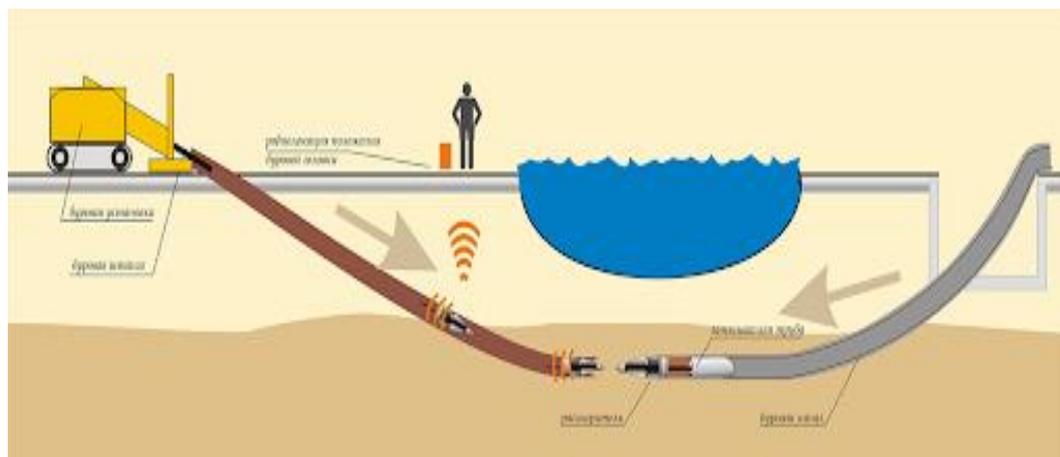


Рисунок 5 – Схема проведения ГНБ

Надземная прокладка (воздушные переходы) самонесущие, на опорах, подвесные переходы и т.п. а также прокладка по поверхности в насыпи или в другой защитной оболочке. Применяется при строительстве переходов через водотоки, овраги, ущелья, при устройстве временных переходов, при невозможности или нецелесообразности заглубления (например, переходы через действующие коммуникации, через глубокие и узкие ущелья), при нестабильной поверхности дна, берегов или грунтовой толщи, или при необходимости периодического доступа к переходу в период эксплуатации.

Прокладка по дну водоема (с механической защитой или без нее), трубопровод в толще воды (на опорах, на поплавках, самонесущий). Методы применяются при пересечении очень широких водоемов (несколько километров и более), либо для устройства временных переходов, при нестабильной поверхности дна, берегов или грунтовой толщи.

					Инженерные решения и технологии строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3. Анализ инженерных решений и технологий строительства

3.1 Прокладка трубопровода в многолетнемёрзлом грунте

Каждый из трёх основных видов укладки трубопровода применяется в наши дни, каждый из видов имеет ряд своих плюсов и минусов. По сравнению с другими типами прокладки трубопроводов подземная прокладка обладает некоторыми преимуществами. При подземной прокладке не загромождается территория населенного места, чем достигается максимальное ее благоустройство; уменьшается снегозаносимость; облегчается поверхностный водоотвод атмосферных вод.

Кроме того, при подземной прокладке вокруг трубопровода образуется талик, который является аккумулятором тепла и защищающий периодически действующие трубопроводы от замерзания в них жидкости.

В настоящее время в практики строительства известен ряд типов искусственных оснований под трубопроводы, устраиваемых в условиях вечной мерзлоты: свайные, продольно лежневые опоры, «плавающие» – сплошные настилы из пластин, уложенные поперек траншеи, подземные эстакады. Например, применение опор с использованием ТСГ на участке «Куюмба – Тайшет» МТ «ВСТО» (рисунок 6), согласно СТТ – 91.060.00–КТН–117–13 [11]. Данные конструкции относятся к числу сложных, трудоемких и дорогостоящих решений.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях		
Разраб.		Купцов И.Е.			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.				11	74
Консульт.					НИ ТПУ гр. 2Б6Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					

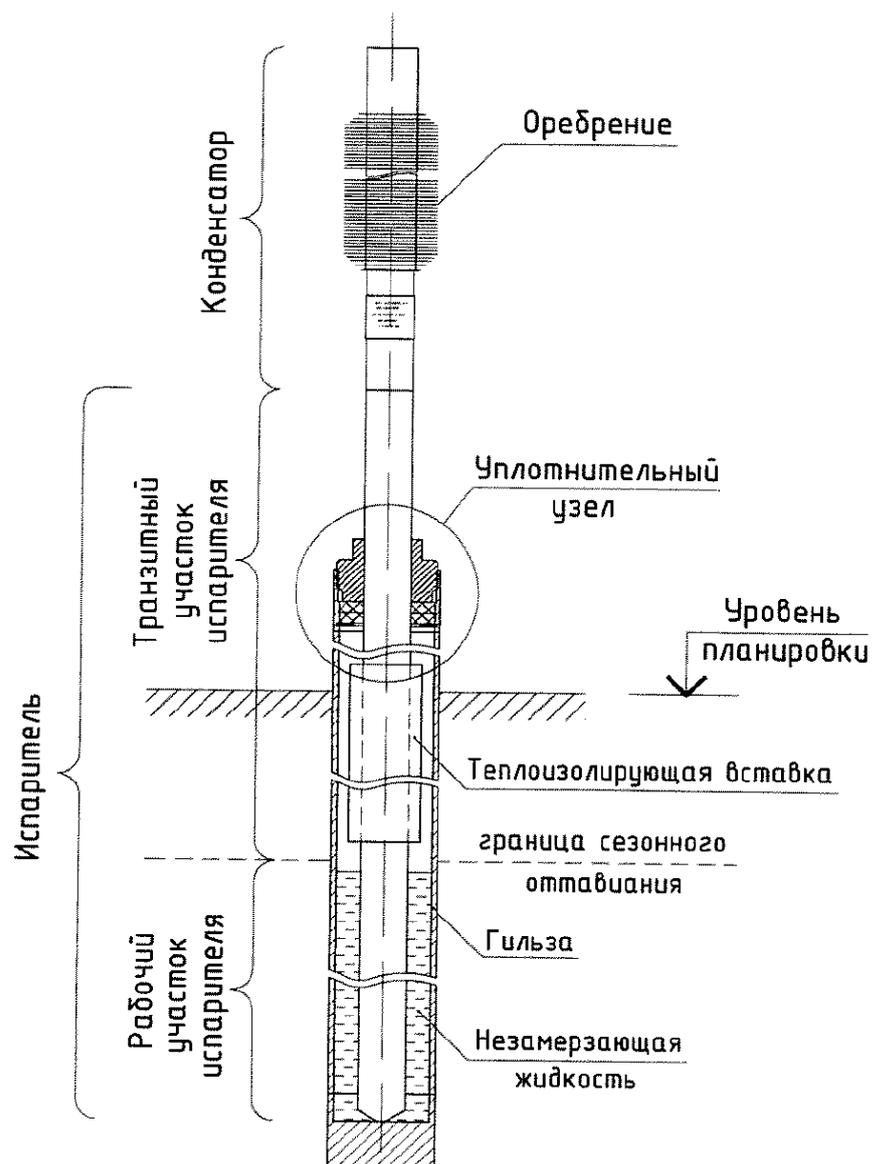


Рисунок 6 – Принципиальная схема ТСГ и гильзы ТСГ

Рациональным типом оснований может быть грунтовое основание. Его можно устраивать путем замены местного грунта в основании или предпостроечного оттаивания и уплотнения грунтов основания. также при высокой плавучести трубопровода необходимо будет применять балластирующие грузы, во избежание всплытия трубопровода. Применяется при небольших номинальных диаметрах трубопроводов. Имеет самое высокое значение частоты отказов из всех предложенных способов.

Надземная прокладка трубопроводов имеет перед подземной прокладкой ряд преимуществ: ограниченное тепловое воздействие на

					Анализ инженерных решений и технологий строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

ММГ грунты; отсутствие постоянного контакта стенки трубопровода с талыми водами; простота обслуживания и ремонта, а также возможность быстрой ликвидации аварии; низкая стоимость эксплуатации.

Надземный вид укладки занимает первое место по экономическим затратам на производство, так как из-за сложности конструкции имеет склонность к критическим перепадам температур; также загромождает территорию; имеет повышенные тепловые потери, следовательно, повышенные затраты на теплоизоляцию; имеет сложность пересечения с проездами. Надземные трубопроводы укладывают по лежневым или городковым опорам, а в ряде случаев – по свайным опорам, заземляемым на 1 м и более в вечномерзлый грунт [12].

Лежневые и городковые опоры выполняют из антисептированных брусьев или бревен, укладываемых на поверхность земли или на призму из гравийно-гравелистого или крупнозернистого песчаного грунта. На лежневых и городковых опорах устраивают также совмещенную прокладку трубопроводов различного назначения. Низкие свайные фундаменты на деревянных и железобетонных опорах применяют на участках с грунтами, подверженными сильным сезонным пучениям и большим просадкам. При прокладке трубопровода «по зигзагу» применяют подвесные металлодеревянные опоры. При прокладке трубопровода «по зигзагу» применяют подвесные металлодеревянные опоры. В случае отсутствия теплоизоляционных материалов на месте и при высоком уровне грунтовых вод применяется одиночная прокладка трубопроводов в земляных валиках.

Земляные валики можно отсыпать или по естественному растительному покрову, или над выемкой, заполненной замененным грунтом (полувыемка – полунасыпь).

Если по теплотехническим расчетам окажется, что валик получается выше 1,2 м, то следует применять полувыемку – полунасыпь,

					Анализ инженерных решений и технологий строительства	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

заполнив выемку сухим, уплотненным мало фильтрующим грунтом [13].

Схемы земляных валиков представлены на рисунке 7.

1 - местный грунт; 2 - песчано-гравийный слой; 3 - одерновка; 4 - слой глинобетона; 5 - местный уплотненный грунт; 6 - теплоизоляционная защита из торфа; 7 - снег.

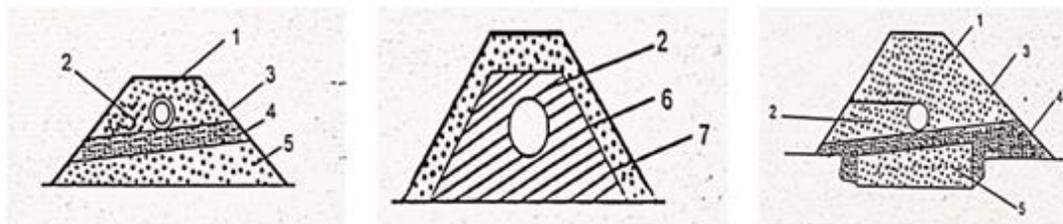


Рисунок 7 – Схемы земляных валиков

Наземный способ требует применения специальных теплоизоляционных материалов, а также использование труб с термоизоляцией, нанесённой на заводе, делается это с целью предотвратить загустевание нефти. При соблюдении правильной технологии строительства, трубопровод прослужит долго. Из всех трёх представленных способов, данный способ самый экономически выгодный.

Подземный способ прокладки подразумевает под собой затраты на укладку теплоизоляционных экранов и отсыпку сыпучемёрзлого грунта на дно траншеи, также при высокой плавучести трубопровода необходимо будет применять балластирующие грузы, во избежание всплытия трубопровода. Применяется при небольших номинальных диаметрах трубопроводов.

3.2 Прокладка трубопровода на болотах

Наиболее эффективными способами укладки нефтепровода является для болот I категории – укладка трубопроводов с бермы траншеи, для болот II категории – укладка трубопроводов протаскиванием и методом сплава, а для болот III категории – укладка трубопроводов протаскиванием.

Прокладка трубопровода через водно–болотные угодья требует сочетания стандартных приемов и методов, применяемых на остальной части трасы трубопровода, и специально ориентированных на минимизацию воздействия на эти объекты, уязвимые в гидрологическом и экологическом отношении. Еще одной отличительной особенностью прокладки

					Анализ инженерных решений и технологий строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

трубопроводов в болотных условиях является ярко выраженная сезонность работ. Определенные этапы строительства необходимо проводить летом, другие же возможно осуществлять только в зимний период [2].

3.3 Прокладка трубопровода в горной местности

Выбор схемы проведения работ по укладке трубопровода напрямую зависит от значения такого показателя, как крутизна склона. Данный показатель определяет возможность использования того или иного инженерного решения. По данному показателю склоны можно разделить на шесть категорий, также необходимо выделить в отдельную категорию образование наледей на полках в переходный период. В таблице 1 представлены основные инженерные решения при укладке трубопровода в условиях горной местности.

Таблица 1 – Схемы проведения сварных и монтажных работ

№ п/п	Критерии и инженерно-геологические условия	Способ прокладки	Инженерная защита
1	Косогоры крутизной до 4°, курумы неподвижные, гольцовые льды	Надземно в теплоизоляции на свайных опорах	Оборка глыб вокруг свай
2	Косогоры с поперечным уклоном до 8°, курумы слабоподвижные	Подземно, ниже нормативной глубины сезонного оттаивания(НГО), без теплоизоляции, без полки	–
3	Косогоры с поперечным уклоном 12–30°, сильноподвижные курумы	Подземно, ниже уровня НГО, на полках с устройством полунасыпи	Устройство продольного водоотводного кювета. Укладка на откосе защитной сетки
4	Косогоры с поперечными уклонами 30–45°, сильноподвижные курумы в неустойчивых грунтах	В тоннелях, ниже уровня НГО, с устройством выходов через каждые 60 м	Линия ВЛ прокладывается в отдельном канале

5	Продольные уклоны крутизной 4–20°, сильноподвижные курумы	Подземно, ниже уровня НГО, укладка с бермы траншеи	Устройство противоэрозионных перемычек
6	Продольные уклоны более 20°, сильноподвижные курумы	Подземно, ниже уровня НГО, укладка методом протаскивания	Устройство противоэрозионных перемычек, засыпка крупно-обмолочным грунтом
7	Образование наледей на полках в ложбинах в переходный период(октябрь–декабрь)	Подземно, с устройством водосборного кювета и водопропуска	Укладка защитной сетки на откосе полки и глыбовой наброски на месте выхода водоотводной трубы

Чем сложнее рельеф местности, тем затратнее будет итоговый проект, поэтому при проектировании маршрута пути прокладки трубопровода инженеры стараются обходить данные преграды.

3.4 Прокладка трубопровода в сейсмоопасных районах

При сейсмичности до 8–10 баллов устраивают раструбные и муфтовые соединения труб на резиновых уплотнительных кольцах (манжетах) с заделкой свободных зазоров алюминиевой стружкой (для напорных трубопроводов) или битумной мастикой (для безнапорных). Принцип работы данного соединения показан на рисунке 8.

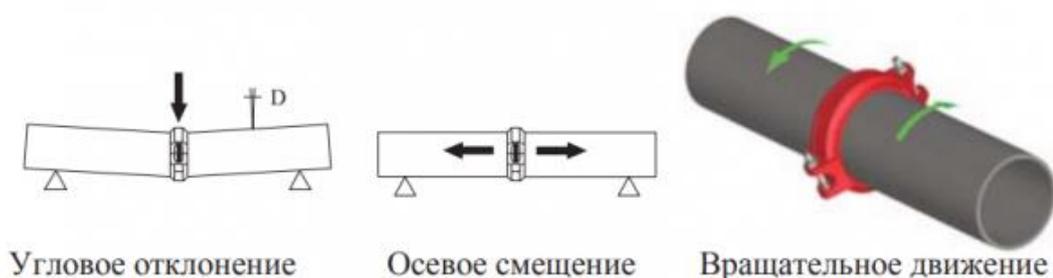


Рисунок 8 – Муфтовые соединения трубопроводов

В районах, где сейсмичность превышает 9 баллов, при прокладке трубопроводов через каждые 200 м, как и в просадочных грунтах, устраивают гибкие соединения, а в траншеях трубы укладывают «по зигзагу» [14].

Имеет место использовать трубы из альтернативных материалов,

поскольку они более стойки к нагрузкам, оказываемым извне.

Существующий метод проектирования и строительства магистральных подземных трубопроводов, прокладываемых в условиях высокой сейсмичности, заключается в следующем:

- заглубление трубопровода должно быть минимально допустимым, в скальных грунтах оно составляет 0,6 м, а в полускальных 1,0 м;
- толщина подсыпки из песка на дне не менее 200 мм;
- уклон откосов траншеи 1:1,5;
- засыпка измельченным, несвязным грунтом выполняется толщиной не менее 200 мм [9].

Все монтажные сварные соединения трубопроводов, прокладываемых в районах с сейсмичностью, должны подвергаться радиографическому контролю вне зависимости от категории трубопровода или его участка [9]. Не допускается жесткое соединение трубопроводов со стенами зданий, сооружениями и оборудованием.

В случае необходимости таких соединений следует предусматривать устройство криволинейных вставок или компенсирующие устройства, размеры и компенсационная способность которых должны устанавливаться расчетом (по СТО Газпром 2–2.1–249–2008) [6].

3.5 Прокладка трубопровода через водные преграды

Одним из самых распространенных методов строительства подводных переходов является траншейный метод. Он включает в себя подводную разработку траншеи специальной землеройной техникой. и одновременно с этим подготовку дюкера. Применяются три основных метода укладки трубопровода в подводные траншеи: протягивание по дну; погружение с поверхности воды трубопровода полной длины, и укладка с плавучих средств и опор. Каждый из перечисленных методов укладки имеет свои недостатки, основным из которых является большой объем подводно–технических и

					Анализ инженерных решений и технологий строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

земляных работ, связанных с разработкой траншеи, однако при определенных условиях имеют ряд преимуществ. Чаще всего траншейный метод строительства подводных переходов применяется в случаях невозможности использования бестраншейных методов, характеризующихся рядом ограничений. В настоящее время широкое распространение получили бестраншейные методы строительства подводных переходов магистральных трубопроводов: горизонтально направленное бурение, микротоннелирование (рисунок 9), тоннелирование и др.



Рисунок 9 – Применение метода микротоннелирования

При использовании бестраншейных технологий строительства подводных переходов отсутствуют недостатки традиционных методов, данный метод позволяет обеспечить высокую надежность построенного объекта; сохранение природного ландшафта и экологического баланса в месте проведения работ, исключение техногенного воздействия на флору и фауну, размыва берегов и донных отложений водоемов; значительное уменьшение риска аварийных ситуаций и, как следствие, гарантию длительной сохранности трубопроводов в рабочем состоянии [15].

Применение ГНБ имеет ряд ограничений: сложные инженерно–геологические условия, большая протяженность перехода и диаметр укладываемой трубы, наличие галечниковых грунтов, грунтов с включением

					Анализ инженерных решений и технологий строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

валунов, карстовых полостей, скальных, илистых грунтов и др. В России были построены единичные переходы протяженностью более 1000 м с диаметром труб не более 1020 мм.

Преимущества тоннельного метода прокладки схожи с преимуществами метода микротоннелирования, но при сравнении этих двух методов оказывается, что у первого отсутствуют недостатки, присущие методу микротоннелирования. [15] Тем не менее негативное воздействие на подводный переход окружающего грунта, изменение инженерно-геологических условий, к примеру, образование или развитие карстовых полостей, может нарушить целостность сооружения и привести к серьезным экологическим последствиям.

Целесообразность применения того или иного метода строительства подводных переходов определяется с учетом анализа всех возможных факторов, существенно влияющих на надежность и безопасность трубопровода. Причем в рамках одного проекта строительства могут применяться практически все методы прокладки подводных переходов трубопровод.

					Анализ инженерных решений и технологий строительства	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

4. Определение толщины стенки трубопровода

Исходные данные

- Назначение трубопровода – транспорт нефти;
- Рабочее давление трубопровода – 6,3 МПа;
- Диаметр (наружный) трубопровода – 1020 мм;
- Прокладка участка трубопровода – подземная;
- Территория прокладки трубопровода – болота.

Расчётная толщина стенки трубопровода δ определяется по формуле:

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_H}{2 \cdot (R_1 + n \cdot p)}, \quad (4.1)$$

где n – коэффициент надежности по нагрузке внутреннему рабочему давлению в трубопроводе;

p – рабочее давление, МПа;

D_H – наружный диаметр трубы, мм;

R_1 – расчетное сопротивление растяжению, МПа.

$$R_1 = R_1^H \cdot \frac{m}{k_1 \cdot k_n}, \quad (4.2)$$

где m – коэффициент условий работы трубопровода, принимаемый 0,9;

k_1 – коэффициент надежности по материалу, принимаемый соответственно 1,47;

k_n – коэффициент надежности по назначению трубопровода, принимаемый 1,00 [16].

$$R_1 = 510 \cdot 0,9 / 1,47 \cdot 1,00 = 286,8 \text{ МПа,}$$

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1020}{2 \cdot (286,8 + 1,1 \cdot 6,3)} = 12,03 \text{ мм.}$$

Полученное расчетное значение толщины стенки округляем до ближайшего большего по сортаменту, с учетом того что трубопровод у нас проходит в болотах берем стенку трубопровода за 14 мм.

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Купцов И.Е.			Определение толщины стенки трубопровода	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.					11	74
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

При наличии продольных осевых сжимающих напряжений, толщина стенки определяется из условий:

$$\delta = \frac{npD_H}{2(R_1\psi_1 + np)} \quad (4.3)$$

где ψ_1 – коэффициент учитывающий двусное напряженное состояние труб, определяется по формуле:

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{|\sigma_{пр.N}|}{R_1} \right)^2} - 0,5 \frac{|\sigma_{пр.N}|}{R_1} \quad (4.4)$$

где $\sigma_{пр.N}$ – продольное осевое сжимающее напряжение, МПа.

$$\sigma_{пр.N} = -\alpha_1 \cdot E \cdot \Delta t + 0,3 \cdot \frac{n \cdot p \cdot D_{вн}}{2 \cdot \delta_H} \quad (4.5)$$

где α_1 – коэффициент линейного расширения металла труб;

Δt – расчетный температурный перепад;

E – модуль упругости стали.

$$\sigma_{пр.N} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 50 + 0,3 \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 992}{2 \cdot 14} = -49,944 \text{ МПа}$$

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{|-49,944|}{286,8} \right)^2} - 0,5 \frac{|-49,944|}{286,8} = 0,9015$$

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1020}{2 \cdot (286,8 \cdot 0,9015 + 1,1 \cdot 6,3)} = 13,31 \text{ мм}$$

Если мы примем эту толщину стенки трубы, то значение продольных осевых напряжений:

$$\sigma_{пр.N} = -1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 50 + 0,3 \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 993,38}{2 \cdot 13,31} = -46,02 \text{ МПа.}$$

Тогда:

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{|-46,02|}{286,8} \right)^2} - 0,5 \frac{|-46,02|}{286,8} = 0,910$$

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 1020}{2 \cdot (286,8 \cdot 0,910 + 1,1 \cdot 6,3)} = 13,19 \text{ мм} < 14 \text{ мм.}$$

					Определение толщины стенки трубопровода	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Толщину стенки труб следует принять не менее $\frac{1}{140}D_H$, но не менее 4мм – для труб условным диаметром свыше 200мм [8]:

$$\frac{D_H}{140} = \frac{1020}{140} = 7,286\text{мм} < 14\text{мм}$$

Очевидно, что стенка трубопровода равна 14мм можно принять за окончательный результат.

4.1 Проверка трубопровода на прочность в продольном направлении

Подземные трубопроводы проверяются на прочность в продольном направлении и на отсутствие пластических деформаций. Прочность в продольном направлении проверяется по условию: $\sigma_{пр.N}$ – продольные осевые напряжения от расчетных нагрузок и воздействий; ψ_2 – коэффициент, учитывающий двухосное напряжённое состояние металла труб, при растягивающих осевых напряжениях $\psi_2 = 1,0$, при сжимающих определяется по формуле (4.1.7); $\sigma_{кц}$ – кольцевые напряжения в стенке трубы от расчётного внутреннего давления:

$$|\sigma_{пр.N}| \leq \psi_2 \cdot R_1, \quad (4.1.6)$$

$$\psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{\sigma_{кц}}{R_1}\right)^2} - 0,5 \frac{\sigma_{кц}}{R_1}, \quad (4.1.7)$$

$$\sigma_{кц} = \frac{n \cdot p \cdot D_{вн}}{2 \cdot \delta_H}, \quad (4.1.8)$$

$$\sigma_{кц} = \frac{1,1 \cdot 6,3 \cdot 992}{2 \cdot 14} = 245,52 \text{ МПа},$$

$$\psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{245,52}{286,8}\right)^2} - 0,5 \frac{245,52}{286,8} = 0,243,$$

$$\psi_2 \cdot R_1 = 0,243 \cdot 286,8 = 69,6924 \text{ МПа}.$$

Условие (4.1.6) выполняется: $|-46,02\text{МПа}| < 69,6924\text{МПа}$.

					Определение толщины стенки трубопровода	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Из этого следует, при заданных эксплуатационных характеристиках нефтепровода, можно продолжать бесперебойную перекачку УВ.

4.2 Проверка трубопровода на пластические деформации

Для предотвращения недопустимых пластических деформаций трубопроводов в продольном и кольцевом направлениях проверку производят по условиям:

$$|\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}| \leq \psi_3 \cdot \frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}}, \quad (4.2.9)$$

$$\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} \leq \frac{m}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}}. \quad (4.2.10)$$

где $\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}$ – максимальные суммарные продольные напряжения в трубопроводе от нормативных нагрузок и воздействий;

ψ_3 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, при $\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} < 0$.

Кольцевые напряжения от действия нормативной нагрузки – внутреннего давления определяются следующим образом:

$$\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} = \frac{n \cdot D_{\text{вн}}}{2 \cdot \delta_{\text{H}}}, \quad (4.2.11)$$

$$\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} = \frac{6,3 \cdot 992}{2 \cdot 14} = 223,2 \text{ МПа},$$

$$\psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}}}{\frac{m}{0,9k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}}} \right)^2} - 0,5 \frac{\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}}}{\frac{m}{0,9k_{\text{H}}} \cdot R_2^{\text{H}}}. \quad (4.2.12)$$

где R_2^{H} – нормативное сопротивление металла трубы, принимаемое равным пределу текучести металла.

$$\psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{223,2}{\frac{0,75}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 402} \right)^2} - 0,5 \frac{223,2}{\frac{0,75}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 402} = 0,445.$$

Условие по нормативным кольцевым напряжениям (4.2.10) выполняется:

					Определение толщины стенки трубопровода	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$223,2 \leq \frac{0,75}{0,9 \cdot 1,05} \cdot 402 < 319,05 \text{ МПа.}$$

Продольные напряжения $\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}$ для полностью заземленного подземного трубопровода находятся из выражения:

$$\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} = \mu \cdot \sigma_{\text{кц}}^{\text{H}} - \alpha \cdot E \cdot \Delta t \pm \frac{E \cdot D_{\text{H}}}{2 \cdot \rho_{\text{min}}}. \quad (4.2.13)$$

где ρ_{min} – минимальный радиус упругого изгиба оси трубопровода.

Положительное значение продольного напряжения от нормативных нагрузок и воздействий:

$$\sigma_{\text{пр}(+)}^{\text{H}} = 0,3 \cdot 223,2 - 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 50 + \frac{2,06 \cdot 10^5 \cdot 1,020}{2 \cdot 1000} = 85,5 \text{ МПа.}$$

Отрицательное значение продольного напряжения от нормативных нагрузок и воздействий (при замыкании трубопровода в холодное время):

$$\sigma_{\text{пр}(-)}^{\text{H}} = 0,3 \cdot 223,2 - 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 50 - \frac{2,06 \cdot 10^5 \cdot 1,020}{2 \cdot 1000} = -161,7 \text{ МПа.}$$

Условие (4.1.8) для положительного перепада температур:

$$161,7 \leq 0,445 \cdot 402,$$

$$161,7 \leq 178,89 - \text{условие соблюдается.}$$

Условие (4.1.8) для отрицательного перепада температур:

$$85,5 \leq 0,445 \cdot 402,$$

$$85,5 \leq 178,89 - \text{условие соблюдается.}$$

Из этого следует, при заданных эксплуатационных характеристиках нефтепровода, можно продолжать бесперебойную перекачку продукта.

					Определение толщины стенки трубопровода	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками. Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Для данного проекта целевой рынок –газонефтедобывающие и транспортирующие компании, такие как ПАО «Газпром», АО «Транснефть – Центральная Сибирь», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «НК «Лукойл», ПАО АНК «Башнефть» и АО «Нафтатранс»

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Размер компании очень важен, т.к. крупные компании часто используют новые технологии и допускаю некоторые риски, имея возможность возместить убытки. Что же касается отраслей, то не во всех предприятиях применяется данный исследовательский проект, а только в газонефтедобывающих и транспортирующих. Отсюда вытекает географический критерий, потому что не всякий регион и не всякая страна имеет газовые и нефтяные ресурсы.

На рисунке 10 отражена карта сегментирования рынка предоставляемых услуг для крупных, средних и мелких газонефтедобывающих и транспортирующих компаний.

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Купцов И.Е.				Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Шадрина А.В.						11	74
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6Б		
Рук-ль ООП	Брусник О.В.							

		Отрасль	
		Газо-нефтедобывающие предприятия	Транспортирующие предприятия
Размер компании	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

	Лукойл		Газпром		Сургутнефтегаз		Транснефть		Башнефть		Нафтатранс
--	--------	--	---------	--	----------------	--	------------	--	----------	--	------------

Рисунок 10 – Карта сегментирования рынка предоставляемых услуг

Как видно из таблицы основными наиболее перспективными сегментами рынка в отраслях газонефтедобычи и транспортировки для формирования спроса являются компании всех размеров.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 2).

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б надземный	Б наземный	К надземный	К наземный
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	4	0,4	0,4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	0,75	0,6
2. Надежность	0,15	5	4	0,75	0,6
4. Безопасность	0,15	5	4	0,75	0,6
5. Энергоэкономичность	0,1	4	4	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Цена	0,15	3	5	0,45	0,75
2. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	0,4	0,3
3. Финансирование научной разработки	0,05	4	4	0,2	0,2
4. Срок выхода на рынок	0,05	4	4	0,2	0,2
Итого	1	38	36	4,3	4,05

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i ,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Конкурентоспособность разработки составила 4,3, в то время альтернативная разработка всего 4,05, в результате чего видно, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущество.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды научно-исследовательского проекта, который помогает составить структурированное описание конкретной ситуации, и на основании этого описания можно сделать выводы. То есть это метод первичной оценки текущей ситуации, основанный на рассмотрении её с четырёх сторон: SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Таблица 3 – Матрица SWOT

Факторы SWOT	Сильные стороны проекта: 1. Наличие достаточного финансирования 2. Квалифицированный персонал 3. Простота проектирования 4. Использование технологий на безлюдных территориях (в отдаленных районах) 5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.	Слабые стороны проекта: 1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 2. Отсутствие бюджетного финансирования 3. Отсутствие сертификации 4. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования 5. Отсутствие прототипа научной разработки
Возможности: 1. Использование разработки на других объектах нефтегазового промысла 2. Появление спроса на продукт	Более низкая стоимость производства и простота проектирования может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров. Кроме того, квалифицированный персонал и возможность использования разработки в отдаленных районах может уменьшить конкурентоспособность других разработок.	При снижении конкурентоспособности подобных разработок и при появлении спроса на новые может появиться возможность использования данной НИР в компаниях, использующих традиционные методы ремонта магистральных нефтепроводов.
Угрозы: 1. Изменение законодательства 2. Развитая конкуренция технологий производства	В силу того, что в данной разработке используется более простое проектирование наряду с аналогами, то это может повысить спрос и конкуренцию разработки, а из-за сравнительно низкой затратности проекта, представляется возможность вложения дополнительных денежных средств в другие услуги, такие как сертификация.	Отсутствие прототипа научной разработки, необходимого оборудования и большой срок поставок материалов и комплектующих говорит об отсутствии спроса на новые технологии и отсутствии конкуренции проекта. Несвоевременное финансирование научного исследования приведет к

		невозможности получения сертификации.
--	--	---------------------------------------

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа, который состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Эти соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта (таблица 4). Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» – сильное соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-» – слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	0	+	-
	B2	+	+	+	+	+
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	0	+	+	-	0
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	+	+	-
	B2	-	-	-	-	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	+	+	+	+	+

Таблица 5 – SWOT-анализ

<p>Факторы SWOT</p>	<p>Сильные стороны проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие достаточного финансирования 2. Квалифицированный персонал 3. Простота проектирования 4. Использование технологий на безлюдных территориях (в отдаленных районах) 5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. 	<p>Слабые стороны проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 2. Отсутствие бюджетного финансирования 3. Отсутствие сертификации 4. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования 5. Отсутствие прототипа научной разработки
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Использование разработки на других объектах нефтегазового промысла 2. Появление спроса на продукт 	<p>Более низкая стоимость производства и простота проектирования может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров. (B2,C3,C5) Кроме того, квалифицированный персонал и возможность использования разработки в отдаленных районах может уменьшить конкурентоспособность других разработок (B1,C1,C2,C4).</p>	<p>При снижении конкурентоспособности подобных разработок и при появлении спроса на новые может появиться возможность использования данной НИР в компаниях, использующих традиционные методы ремонта магистральных нефтепроводов (B1,Сл.1,Сл.2,Сл.3,Сл.4)</p>
<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение законодательства 2. Развитая конкуренция технологий производства 	<p>В силу того, что в данной разработке используется более простое проектирование наряду с аналогами, то это может повысить спрос и конкуренцию разработки (У2,С4,С5), а из-за сравнительно низкой затратности проекта, представляется возможность вложения дополнительных денежных средств в другие услуги, такие как сертификация (У1,С2,С3).</p>	<p>Отсутствие прототипа научной разработки, необходимого оборудования и большой срок поставок материалов и комплектующих говорит об отсутствии спроса на новые технологии и отсутствии конкуренции проекта (У2,Сл.1,Сл.4,Сл.5). Несвоевременное финансирование научного исследования приведет к невозможности получения сертификации (У1,Сл.3).</p>

По результатам SWOT-анализа можно сделать вывод, что у разрабатываемого проекта сильных сторон больше чем слабых, и, изучая возможные угрозы, выяснилось, что технологии конкурентоспособны.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и студент. Составим перечень этапов работ и распределим исполнителей по данным видам работ (таблица 6).

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность Исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления Исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ существующей схемы теплообмена	Бакалавр
	6	Разработка математической модели процесса	Бакалавр
	7	Оценка адекватности математической модели реальному процессу	Бакалавр
	8	Оценка влияния технологических параметров на качество продукта	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Бакалавр
	10	Определение целесообразности проведения процесса	Руководитель, Бакалавр
	11	Оформление пояснительной записки	Бакалавр
	12	Разработка презентации и раздаточного материала	Бакалавр

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости тоже используется следующая формула:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

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

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

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

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

В качестве примера рассчитаем продолжительность 1 работы – разработка ТЗ:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1,8 \text{ чел.-дн.};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{ дн.}$$

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118 - 27} = 1,7,$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в 2020 году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в 2020 году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в 2020 году.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 7.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ												Исполнители, количество			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} чел.-дни			t_{max} чел.-дни			$t_{ож}$ чел.-дни			исп.	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.				
	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.	исп.									исп.	исп.		
Составление и утверждение темы проекта	4	7	9	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Анализ актуальности темы	2	5	8	5	10	14	7	7	11	Бакалавр	7	11	12	12	19						
Поиск и изучение материала по теме	10	12	15	15	18	20	12	15	17	Бакалавр	12	15	17	21	26	29					
Выбор направления исследований	3	6	7	7	9	11	5	7	9	Руководитель Бакалавр	3	4	5	5	7	9					
Календарное планирование работ	6	7	7	8	10	12	7	8	9	Руководитель Бакалавр	4	4	5	7	7	9					
Изучение литературы по теме	10	14	16	13	16	18	11	15	17	Бакалавр	11	15	17	19	26	19					
Подбор нормативных документов	10	7	5	15	12	10	12	9	7	Бакалавр	12	9	12	21	15	21					
Составление блок-схем, таблиц и проведение расчетов	3	7	10	5	12	16	4	9	13	Бакалавр	4	9	4	7	15	7					
Определение целесообразности проведения работ	5	6	9	7	10	12	6	8	10	Руководитель Бакалавр	3	4	5	5	7	9					
Оформление пояснительной записки	7	8	10	10	12	16	8	10	13	Бакалавр	8	10	13	14	17	22					
Разработка презентации и разлагочного материала	1	3	4	3	5	6	2	4	5	Бакалавр	2	4	5	4	7	9					
Итого, дн												124	146	170							

5.3 Бюджет научно-технического исследования НТИ

5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчёт стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включаем транспортно-заготовительные расходы, составляющие 5 % от цены (таблица 8).

Таблица 9 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Ед. Измерения	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага	пачка	2	350	700
Ручка	шт.	4	40	160
Карандаш	шт.	2	20	40
Тетрадь для записей	шт.	1	110	110
Мультифора	шт.	10	3	30
Папка	шт.	2	60	120
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				58
Итого:				1218

5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Для выполнения данного проекта необходимо приобретение персонального компьютера для двух участников проекта и программного обеспечения MicrosoftOffice 365 для создания документов. Также необходимо иметь экспериментальные данные от компании, которые могут быть получены двумя способами: 1) взять данные в ходе прохождения преддипломной практики; 2) провести необходимые исследования в лаборатории кафедры.

Таблица 10 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед. оборудования	Цена ед. оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Персональный компьютер	2	30	60
2	Мышь	2	0,3	0,6
3	Интернет-модем	1	1,0	1,0

4	MicrosoftOffice 2016 HomeandBusiness RU x32/x64	2	7,2	14,4
Итого:				76,0

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

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

$T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 7);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

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

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	365

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Количество нерабочих дней		
- выходные дни	118	118
- праздничные дни	27	27
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	196	172

$$Z_{\text{дн. (рук.)}} = \frac{34682 \cdot 11,2}{196} = 1981,8 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

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

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, тыс.руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, тыс.руб	$Z_{\text{дн}}$, тыс.руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, тыс.руб.
Руководитель	34682	1,3	-	1,3	58612,6	1981,8	45	89181
Бакалавр	-	-	-	1,3	-	-	125	-
Итого:								89181

5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10 - 15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

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

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 13– Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Бакалавр
Основная зарплата	89181	-
Дополнительная зарплата	13377,15	-
Итого по статье $C_{зп}$	102558,15	0

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (41)$$

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

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб.	Дополнительная заработная плата, тыс. руб.
Руководитель проекта	89181	13377,15
Бакалавр	-	-
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	27,1 %	
Отчисления, руб.	24168,05	3625,21
Итого	27793,26	

5.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, не учитываемые в п.п.1.3.1 – 1.3.3, например, затраты на печать, ксерокопирование, оплата интернета и прочих услуг связи и коммуникации, электроэнергии. Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{нр},$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 16%.

Рассчитаем накладные расходы на выполнение НТИ:

$$Z_{накл} = (1218 + 76000 + 102558,15 + 0 + 27793,26) \cdot 0,16 = 33211,1 \text{ рублей.}$$

5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Материальные затраты НИИ	1218	1340	1319
2. Специальное оборудование для научных работ	76000	76000	76000
3. Основная заработная плата	89181	89181	89181
4. Дополнительная заработная плата	13377,15	13377,15	13377,15
5. Отчисления на социальные нужды	27793,26	27793,26	27793,26
6. Накладные расходы	33211,1	33211,1	33211,1
7. Бюджет затрат	240780,51	240902,51	240881,51

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

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a$$

где I_m^a – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Актуальность рассматриваемой проблемы	0,15	5	5	4
2. Спрос проекта	0,25	5	4	3
3. Эффективность проекта	0,25	5	4	4
4. Наличие квалифицированного персонала	0,15	3	3	4
5. Привлечение сторонних специалистов	0,1	3	3	2
6. Доступность нормативно-правовой базы	0,1	5	5	5
Итого	1	4,5	4	3,65

$$I_{p-исп1} = 5*0,15 + 5*0,25 + 5*0,25 + 3*0,15 + 3*0,1 + 5*0,1 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 5*0,15 + 4*0,25 + 4*0,25 + 3*0,15 + 3*0,1 + 5*0,1 = 4;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,15 + 3*0,25 + 4*0,25 + 4*0,15 + 2*0,1 + 5*0,1 = 3,65.$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^{Исп1} = \frac{I_m^p}{I_\phi^p} = \frac{4,5}{0,98} = 4,59$$

$$I_{финр}^{Исп2} = \frac{I_m^{a1}}{I_\phi^{a2}} = \frac{4}{1} = 4$$

$$I_{финр}^{Исп3} = \frac{I_m^{a2}}{I_\phi^{a2}} = \frac{3,65}{0,8} = 4,56$$

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

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{Исп1}}{I_{Исп2}}$$

Таблица 17 –Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	1	0,8
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	4,59	4	4,56
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения (разработка относительно аналога)	1	0,871	0,878

Вывод: сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является исполнение 1.

. 6. Социальная ответственность

При прокладке трубопровода в сложных инженерно-геологических условиях вредные и опасные факторы сопутствуют на протяжении всего времени. «Социальная ответственность» обеспечивает безопасную жизнедеятельность человека, которая в основном зависит от правильной оценки производственных факторов. Производственные факторы могут вызвать изменения в организме человека. Факторами служат производственная среда, умственная и физическая нагрузка, нервное напряжение, эмоциональное напряжение, климат и сочетание причин.

В данной работе описывается несколько мероприятий по улучшению охраны и условий труда, охраны окружающей среды, предложены возможные чрезвычайные ситуации и их предотвращение. При разработке раздела учитывались действующие нормативно - технические документы, обеспечивающие безопасность и экологичность проекта.

6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Районы, где прокладываются трубопроводы в сложных условиях расположены в северной части Западной Сибири, Республике Коми, Ямало – Ненецком автономном округе, данные районы относятся к районам Крайнего Севера или приравненным к ним. Работа сотрудниками осуществляется вахтовым методом из-за труднодоступности. Согласно трудовому кодексу РФ (гл.47, ст.302), лица, работающие вахтовым методом в районах Крайнего Севера или местности, приравненной к району Крайнего Севера, имеют соответствующие компенсации и гарантии. [17]

Для работников, выезжающих в районы крайнего Севера и приравненные к ним местности:

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Устанавливается районный коэффициент и выплачиваются процентные надбавки к заработной плате в порядке и размерах, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях.

- Предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск в порядке и на условиях, которые предусмотрены для лиц, постоянно работающих. В районах крайнего Севера – 24 календарных дня, в местностях, приравненных к районам крайнего севера -16 календарных дней.

- За работу во вредных условиях предоставляется дополнительный отпуск в размере 9 календарных дней.

Организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасного производства огневых, газоопасных работ и работ повышенной опасности должны включать разработку инструкций по охране труда на каждый вид проводимых работ или их подборку. Работников, выполняющих работы по прокладке трубопровода необходимо обеспечить спецобувью, спецодеждой и другими защитными средствами, согласно «Типовым нормам бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам», имеющих соответствующие сертификаты соответствия. [18]

Также если работник получил профессиональное заболевание или пострадал из-за несчастного случая на производстве, выплачивается единовременная компенсационная выплата.

6.2 Производственная безопасность

На предприятиях работающие могут подвергаться воздействию различных опасных и вредных производственных факторов, подразделяемых по ГОСТ 12.0.003-2015 на следующие классы: физические, химические, биологические и психофизиологические. [19]

В данном разделе будут проанализированы вредные и опасные

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

факторы, которые могут возникать при работе по прокладке трубопровода.

В таблице 6.1 приведены опасные и вредные факторы.

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы при прокладке трубопровода

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [19]	Этапы работ		Нормативные документы
	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;	+	+	ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [28];
2. Повышенная загазованность воздуха рабочей среды;	+	+	МР 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях [30];
3. Превышение уровня шума на рабочем месте;	+	+	ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [22];
4. Превышение уровня вибрации;	+	+	ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования [23];
5. Механические повреждения;	+	+	ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные [31].
6. Электрический ток;	+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [25];
7. Пожароопасный фактор;	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [26];

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

времени для перерывов с отдыхом в зоне с нормальным микроклиматом. Для предотвращения воздействия метеорологических условий для рабочих предусматривается специальная одежда, головные уборы и средства индивидуальной защиты. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны определены в ГОСТ 12.1.005 – 88. [20]

6.3.2 Повышенная загазованность воздуха рабочей среды

Трубопровод характеризуется наличием пожаро - взрывоопасных веществ и ядовитых газов: пары нефти, природный газ, бензол, углекислый газ. В процессе производственных операций работник может подвергаться воздействию этих газов, а также паров нефти, источником которых являются нарушения герметичности фланцевых соединений, механической прочности запорной арматуры, вследствие коррозии или износа регулирующих и предохранительных клапанов.

Предельно допустимые концентрации веществ согласно ГОСТ 12.1.007- 76: пары нефти - 300 мг/м³, бензол – 10 мг/м³, углерода оксид – 20 мг/м³. [21]

Перед началом работ в приемке переносным газоанализатором АНТ–2М проверяется уровень загазованности воздушной среды.

Обязательно должны быть предусмотрены средства индивидуальной защиты: респираторы противогазного типа и противогазы со специальными нейтрализующими данный газ насадками, очки закрытого типа, перчатки, рукавицы, специальная обувь, изолирующие костюмы, мази и пасты.

6.3.3 Превышение уровня шума на рабочем месте

Различная техника (бульдозеры, экскаваторы, автокраны, тягачи) при своём передвижении и работе издаёт большое количество шума, которое негативно влияет на работающий персонал. Так же издает значительное количества шума остальное оборудование: режущее оборудование, сварочные и насосные аппараты, передвижные генераторные установки. Воздействие

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

шума на человеческий организм определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы, включая нервную систему.

Согласно ГОСТ 12.01.003-83, уровень шума на рабочих местах не должен превышать 80 дБ. [22]. К основным методам борьбы с шумом относят: снижение уровня шума в источнике его возникновения; снижение шума на пути распространения звука; разумное размещение оборудования; использование средств индивидуальной защиты; соблюдение режима труда и отдыха.

6.3.4 Превышение уровня вибрации

Воздействие вибрации на организм человека при укладке трубопровода происходит при осуществлении работ на спецтехнике, при спуске и подъеме труб и при проведении слесарных работ. Из – за действия вибрации на организм человека, могут быть нарушены его физиологические функции, что может проявиться в виде головных болей, плохого сна, снижения работоспособности, нарушения сердечной деятельности. В таблице 6.2 приведены нормы уровней вибрации по ГОСТ 12.1.012-90. [23]

Таблица 19 – Гигиенические нормы уровней вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень колебательных скоростей, дБ										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Общая	-	108	99	93	92	92	92	-	-	-	-
Локальная вибрация	-	-	-	115	109	109	109	109	109	109	109

К методам защиты от вибрации относятся: усовершенствование техники и оборудования, виброизоляция машин и поиск наилучших материалов, поглощающих вибрационное воздействие. Для индивидуальной защиты работника от воздействия вибрации предусмотрены антивибрационные рукавицы и сапоги с толстой резиновой подошвой. [23]

6.4 Вредные факторы

6.4.1 Механические повреждения

Механические опасности при прокладке трубопровода представляют собой движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы специального оборудования, передвигающиеся изделия; заготовки, материалы, разрушающиеся конструкции, острые кромки, стружка, заусенцы и шероховатости на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, а также падение предметов с высоты.

Для защиты от этих опасных факторов применяются козырьки, щиты, кожаные, барьеры, предупреждающие знаки, предохранительные устройства, сигнализации. Работникам должны выдаваться средства индивидуальной защиты – спецодежда, обувь с металлическим наконечником, каска, перчатки, очки. [24] Также необходимо проводить инструктажи персоналу по технике безопасности и регулярно проверять состояния оборудования.

6.4.2 Электрический ток

Опасность поражения электрическим током существует при работе со специальным режущим и шлифовальным электроинструменте, а также при сварке.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях: при прикосновении человеком, неизолированного от земли, к нетоковедущим металлическим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением из-за замыкания на корпусе; при однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением. С целью предупреждения рабочих об опасности поражения электрическим током широко используются плакаты и знаки безопасности. Основные требования к электробезопасности на объектах труда представлены в ГОСТ Р 12.1.019-2009. [25]

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.4.3 Пожароопасный фактор

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, газ в рабочем котловане. Результатам негативного воздействия пожара и взрыва на организм человека являются ожоги различной степени тяжести, повреждения и возможен летальный исход по ГОСТ 12.1.004–91. [26]

Предельно – допустимая концентрация паров газов в рабочей зоне не должна превышать по санитарным нормам 300 мг/м, при проведении газоопасных работ, при условии защиты органов дыхания, не должно превышать допустимую концентрацию газа в воздухе рабочей зоны, в газопроводе при выполнении газоопасных работ – не более 20 % от нижнего концентрационного предела распространения пламени по ГОСТ 12.1.011 – 78. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний. [27]

К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла, вода и т. п.

6.5 Экологическая безопасность

6.5.1 Защита атмосферы

При проведении строительных и сопутствующих им работ в атмосферу могут попадают пары углеводородов, а также окись азота. Источниками утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу могут являться различные виды топлива, природный газ, растворители, герметики и композитные составы.

Растворители и топлива содержат в своём составе углеводороды, пары которых очень опасны для здоровья, следует избегать соприкосновения с кожей. Смола, входящая в композитный состав и герметик, а также пары

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

растворителя и природного газа токсичны и вызывают раздражение слизистых оболочек, а также кожи лица и рук, кашель, головокружение, а в некоторых случаях аллергическую реакцию и образование ожогов на коже.

Оксид азота NO – бесцветный газ, быстро окисляется до NO₂-диоксида азота. NO – кровяной яд, оказывает прямое действие на центральную нервную систему. Относится ко 2 классу опасности, ПДК рабочей зоны 5 мг/м³, населенных мест 0,085 мг/м³.

Диоксид азота NO₂ вызывает раздражающее действие на легкие.

Относится ко 2 классу опасности, ПДК населенных мест – 0,085 мг/м³.

Углеводороды (легкая фракция нефти) вызывают острые и хронические отравления при концентрации 0,005 – 0,010 мг/м³. Относится к 4 классу опасности, ПДК населенных пунктов для бензина – 5,0 мг/м³. [28]

Для минимизации негативного воздействия выбросов загрязняющих веществ на атмосферный воздух на объекте проводятся следующие мероприятия:

- контроль швов сварных соединений трубопроводов;
- защита оборудования от коррозии;
- оснащение предохранительными клапанами всего оборудования, в которой может возникнуть давление, превышающее расчетное;
- откачка нефти и продуктов переработки при аварийной ситуации в дренажные емкости;
- испытание оборудования и трубопроводов на прочность и герметичность после монтажа.

6.5.2 Защита гидросферы

При проведении строительных работ основными загрязнителями водоемов являются ГСМ, строительные и бытовые отходы.

Для восстановления существовавшей до начала выполнения

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

строительства системы местного водостока, следует обеспечить расчистку ложбин временного стока, русел водотоков от грунта, попадавшего в них во время проведения земляных работ. Запрещается сталкивать грунт в русло реки при планировке береговых откосов.

При оборудовании временного городка и оснащении участков работ следует предусматривать специальные зоны для заправки, технического обслуживания, ремонта машин и механизмов, а также оснащать их емкостями для сбора отработанных горюче-смазочных материалов и инвентарными контейнерами для строительных и бытовых отходов. Необходимо исключить попадание неочищенных стоков в водоемы.

6.5.3 Защита литосферы

На период проведения строительных работ трубопровода, проезд к рабочим участкам предусматривается по временным подъездным дорогам с устройством переездов в местах пересечения действующих трубопроводов.

Подъездные пути и временные автомобильные дороги необходимо устраивать с учетом требований для предотвращения повреждений древеснокустарниковой растительности и сельскохозяйственных угодий. Все работы должны проводиться исключительно в пределах отведенной полосы для уменьшения ущерба, наносимого окружающей природной среде. По окончании всех работ необходимо полностью вывезти производственные отходы (металлолом, изоляционные материалы и т. д.) и восстановить нарушенный рельеф местности.

Природовосстановительные мероприятия считаются завершенными, если отсутствуют места, загрязненные горюче-смазочными, бытовыми и строительными отходами. На всех участках восстановлен растительный слой.[29]

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.6 Меры безопасности в чрезвычайных ситуациях

Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широкораспространённую инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация (ГОСТ Р 22.0.02 – 94) [33].

При проведении работ по укладке трубопровода могут произойти различные чрезвычайные ситуации:

- взрыв или возгорание газовой смеси;
- разрушение нефтепровода;
- падение спецтехники в котлован.

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть по различным причинам:

- а) По причине техногенного характера;
- б) Утечки ГСМ (с возгоранием);
- в) Попадания молнии.

Одной из наиболее частых аварий при работе с горючими газами и легковоспламеняющимися жидкостями являются взрывы.

В связи с этим, инженерно-технический персонал и рабочие проходят обучение по своей специальности и правилам техники безопасности. Проверку знаний оформляют соответствующими документами согласно действующим отраслевым положениям о порядке проверки знаний норм, инструкций и правил, по охране труда. [32]

При возникновении ЧС необходимо предпринять следующие действия по спасению людей и ликвидации аварии:

- немедленно прекратить работы в зоне воспламенения газонефтяной смеси;
- при необходимости оказать первую доврачебную помощь пострадавшим;

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- эвакуировать людей за пределы зоны воспламенения нефтяной смеси;
- сообщить о загорании в пожарную часть, диспетчеру;
- приступить к тушению пожара имеющимися первичными средствами пожаротушения;
- принять меры к ограничению площади аварии, путем устройства обвалования, при возможности эвакуировать нефтяные емкости из зоны горения, отогнать технику на безопасное расстояние.

Во избежание возникновения взрывов и пожаров необходимо выполнять следующие требования:

- топливная емкость для двигателей внутреннего сгорания, а также смазочные материалы должны располагаться не ближе 15 м от рабочей площадки;
- запрещается пользоваться на рабочей площадке факелами, спичками, свечами. Курение разрешается только в специально отведенных для этого местах, оборудованных емкостью с водой и надписью: «Место для курения»;
- электрические машины, оборудование, приборы, применяемые во взрывоопасных местах, должны отвечать требованиям «Правил изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования».

Выводы к разделу социальная ответственность:

В данном разделе были рассмотрены основные понятия вредных и опасных факторов влияющие на состояние здоровья сотрудников при проведении работ по прокладке трубопровода.

Были приведены меры и рекомендации по обеспечению безаварийной работы на площадке. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций рассмотрен план ликвидации аварии.

					Социальная ответственность	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На протяжении ряда лет компании разрабатывают и внедряют нужные механизмы обеспечения достижения целей и задач экологической политики, обеспечивает эффективный мониторинг характеристик окружающей среды, проводит постоянный анализ состояния и улучшает систему экологического управления. Основываясь на данных принципах создания системы экологического управления, компании постоянно планирует дальнейшее улучшение экологических показателей своей деятельности.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Заключение

Строительство трубопроводов – это сложный технологический процесс, требующий не только использования различных средств механизации, но и четкого соблюдения всех этапов с учетом климатических и геологических условий.

В результате выполнения работы определены факторы, осложняющие процесс строительства трубопровода: ММГ, болота, горная местность, сейсмоопасные районы, водные преграды.

Изучены особенности прокладки трубопровода в районах со сложными инженерно – геологическими условиями: при прокладке в ММГ, минимальная толщина промерзания слоя, на котором будут производиться работы должна быть более полуметра, при прокладке применяются специальные теплоизоляционные материалы, используются трубы с термоизоляцией, нанесённой на заводе, а также инженерные решения, используемые при прокладке;

При прокладке на болотах затруднено использование тяжелой строительной техники, которая грузнет и тонет в болотах, также плотности болот не хватает для поддержания трубопроводов на определенной глубине;

В горных условиях и в районах с сильно пересеченным рельефом местности следует предусматривать прокладку трубопровода в долинах рек вне зоны затопления или по водораздельным участкам, избегая неустойчивые и крутые склоны, а также районы селевых потоков, в оползневых районах при малой толщине сползающего слоя грунта следует предусматривать подземную прокладку с заглублением трубопровода ниже плоскости скольжения;

В сейсмических районах уклон откосов траншеи принимается 1:1,5; заглубление труб выполняется минимально допустимым; участки

					Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Купцов И.Е.</i>			<i>Заключение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Шадрина А.В.</i>					11	74
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ гр. 2Б6Б</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

трубопроводов относятся к I и высшей (B) категориям; засыпка трубопровода осуществляется крупнозернистым песком; в случае обводнения применяется балластировка «мягкими» пригрузами.

При переходе через водные преграды проектная отметка верха забалластированного трубопровода при проектировании должна назначаться на 0,5 м ниже прогнозируемого предельного профиля размыва русла реки; переходы нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через реки и каналы следует предусматривать, как правило, ниже по течению от мостов, промышленных предприятий, пристаней, речных вокзалов, гидротехнических сооружений, водозаборов и других аналогичных объектов.

Выявлены типовые инженерные решения, применяемые в конкретных сложных инженерно – геологических условиях: для ММГ это применение свайных, продольно лежневые опор, сплошных настилов из пластин, уложенных поперек траншеи, использование ТСГ; для болот это применение железобетонных утяжелителей охватывающего типа, контейнеров, изготовленные из полимеров или нетканых синтетических материалов, также анкерных устройств, заполненных грунтом; для горной местности это строительство полок, полувыемок, полунасыпей, кюветов, строительство водоотводных каналов; для сейсмоактивных районов это применение раструбных и муфтовые соединения труб на резиновых уплотнительных кольцах, применение гибких вставок, П, Г, Z – образных компенсаторов, труб из альтернативных материалов; для водных преград это применение ГНБ, микротоннелирования, прокола, продавливания, защитных футляров.

В расчётной части работы произведены расчёты толщины стенки трубопровода.

Выполнена проверка трубопровода на прочность в продольном направлении – условие прочности выполняется. Также выполнена проверка трубопровода на пластические деформации – условие прочности соблюдается при отрицательных и положительных перепадах температур. Следовательно,

					Заключение	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

при заданных эксплуатационных характеристиках трубопровода, можно продолжать бесперебойную перекачку УВ.

					Заключение	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список используемой литературы

1. СП 11–105–97. Инженерно–геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ.
2. Болота Западной Сибири их строение и гидрологический режим / Под ред. С.М. Новикова, К. Е. Иванова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 447 с.
3. ГОСТ 22.0.03–97. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
4. ОТГ–25.220.00 – КТН – 179 – 15. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Заводская тепловая изоляция труб и соединительных деталей трубопроводов. Общие технические требования
5. СНиП 2.02.01–83. Основания зданий и сооружений.
6. СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* "Магистральные трубопроводы" (СП 86.13330.2012)) (с Изменениями N 1, 2).
7. СТО Газпром 2–2.1–249–2008. Магистральные газопроводы.
8. СНиП II–7–81*. Строительство в сейсмических районах (с Изменениями и дополнениями).
9. СТО Газпром 2–3.5–051–2006. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов.
10. СНиП 2.05.06–85*(с Изменениями N 1, 2). Магистральные трубопроводы.
11. СТТ – 91.060.00–КТН–117–13. Магистральный нефтепровод «Куюмба – Тайшет». Индивидуальные сезоннодействующие охлаждающие устройства – термостабилизаторы. Специальные технические требования.
12. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Опечаткой, с Изменениями N 1, 2, 3).
13. СНиП 3.02.01–87. Земляные сооружения, основания и

	фундаменты.				Анализ инженерных решений и технологий строительства, применяемых при прокладке трубопроводов в сложных условиях			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Купцов И.Е.			Список литературы	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.					11	74
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2Б6Б		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

14. Сокова, С. Д. Основы технологии и организации строительного-монтажных работ : учебник / С.Д. Сокова. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-16-005552-7.

15. Современные методы строительства ППМН – Транспортировка и хранение – Neftegaz.RU [Электронный ресурс]. — URL: <https://neftegaz.ru/science/transportation/332330-современные-методы-строительства-ppmn/>

16. Типовые расчеты процессов в системах транспорта и хранения нефти и газа: Учебное пособие. / Под общей редакцией Ю.Д. Земенкова. – СПб.: Недра, 2007. – 599 с.

17. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).

18. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

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

20. ГОСТ 12.1.005 – 88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

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

22. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

23. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

24. ГОСТ 12.4.137-2001. Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия;

25. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

					Список литературы	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

26. ГОСТ 12.1.004–91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

27. ГОСТ 12.1.011 – 78. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний;

28. ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.

29. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель (с Изменением № 1).

30. МР 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

31. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.

32. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». Серия 08. Выпуск 19. — М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013 – 288 с.

33. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.

34. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя

35. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12