

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Сооружение промыслового газопровода на территории Каргасокского района Томской области»

УДК 622.691.4.07(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Метляков Л.В.		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Трубникова Н. В.	д.и.н, профессор		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

<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>		
Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).</i>
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).</i>
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).</i>
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).</i>
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации 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>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</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-е).</i>
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание 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
2Б5Б	Метлякову Леониду Викторовичу

Тема работы:

«Сооружение промышленного газопровода на территории Каргасокского района Томской области»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.02.2019 г, № 930/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>Промысловый газопровод и метаноопровод на территории Каргасокского района Томской области; этапы сооружения трубопровода в условиях заболоченной местности и морозного пучения.</i></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,</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>Провести обзор литературных источников по проблеме сооружения трубопровода в условиях заболоченной местности и морозного пучения</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Анализ сведений и классификации болот, проанализировать этапы строительства: подготовительные работы, земляные работы, сварочно-монтажные работы, изоляционные работы, балластировку и закрепление трубопроводов, очистку полости и испытание</i></p>

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<i>трубопроводов, обоснование технологических решений</i> <i>Произвести расчет балластирующих устройств против всплытия используя текстильные контейнеры, расчет на прочность и устойчивость, расчет земляных работ, расчет строительной техники, количества работников, воды, электроэнергии и временных сооружений</i>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Технологическая схема месторождения, на котором планируется строиться исследуемый газопровод (приложение А), схема для гидравлического расчета (приложение Б)</i>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Трубникова Н.В. профессор отделения СГН
«Социальная ответственность»	Черемискина М.С. ассистент

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Брусник О. В.	к.п.н доцент		17.12.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Метляков Л.В.		11.12.2018

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Б	Метлякову Леониду Викторовичу

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

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчёт стоимости выполняемых работ, согласно применяемой технологии: Материально-технические ресурсы: -39,5 тыс. руб Затраты на специальное оборудование: -4 тыс. руб. Информационные ресурсы: -фондовая литература</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплаты труда: -30% премии к заработной плате -20% надбавки за профессиональное мастерство -1,7 – районный коэффициент для расчёта заработной платы</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г.: -ставка налога на прибыль 20 %; -страховые взносы 27.1%; -налог на добавленную стоимость 20%</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>Определение потенциальных потребителей. Анализ конкурентных технических решений. Технология Quad. SWOT-анализ.</i>
---	---

2. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Планирование и выделение этапов проекта. Составление календарного плана проекта. Формирование бюджета НИИ.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Технология QuaD</i> 3. <i>Матрица SWOT</i> 4. <i>Диаграмма Ганта</i> 5. <i>Бюджет материальных затрат и затрат на специальное оборудование</i> 6. <i>Оценка эффективности исследования</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	09.04.2018
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Ю. С.	ассистент		17.12.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Метляков Леонид Викторович		17.12.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2Б5Б	Метлякову Леониду Викторовичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p><i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></p>	<p><i>Объектом исследования является строящийся промышленный газопровод на территории Каргасокского района. Объект относится к технологическому сооружению повышенной опасности. Выявить вредные и опасные проявления факторов производственной среды, возможности негативного воздействия на компоненты окружающей среды, возможные чрезвычайные ситуации на объекте.</i></p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>Привести необходимые ссылки на нормативно – техническую документацию, регулиующую указанную в данном разделе информацию по данной теме.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Проанализировать выявленные вредные факторы при разработке проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> -повышенный уровень вибрации; -повышенный уровень шума; -отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Проанализировать выявленные опасные факторы при разработке проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрушение аппарата, работающего под давлением - электрический ток; - пожаровзрывоопасность
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Проанализировать влияние работ, проводимых в ходе проектируемого решения, на различные компоненты окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу; - анализ воздействия объекта на гидросферу; - анализ воздействия объекта на литосферу; - анализ воздействия объекта на селитебную зону. <p>Предложить решения по снижению негативного влияния работ на окружающую среду.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её 	<ul style="list-style-type: none"> - Проанализировать возможности возникновения ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения. - Предложить превентивные меры по предупреждению ЧС, а также действия в результате возникшей ЧС и меры по ликвидации её последствий.

<i>последствий</i>	
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<ul style="list-style-type: none"> - Привести специальные правовые нормы трудового законодательства при строительстве трубопровода; - Перечислить необходимые организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.05.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Н. С.	ассистент		18.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б5Б	Метляков Леонид Викторович		18.03.2019

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

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

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

15.06.2018

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.12.2018	<i>Введение</i>	10
27.12.2018	<i>Обзор литературы</i>	9
8.02.2019	<i>Характеристика объекта исследования</i>	8
21.02.2019	<i>Обоснование технологических решений</i>	10
01.03.2019	<i>Методы прокладки</i>	13
01.04.2019	<i>Расчетная часть</i>	10
7.05.2019	<i>Социальная ответственность</i>	10
13.05.2019	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение</i>	10
17.05.2019	<i>Заключение</i>	10
19.05.2019	<i>Презентация</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Шадрина А.В.	д.т.н, доцент		17.12.2018

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 115 с., 2 рис., 44 табл., 40 источников, 2 прил.

Ключевые слова: промышленный газопровод, сооружение, методы укладки, балластирующие устройства, текстильный контейнер, земляные работы, изоляция, гидравлические испытания, прочность, надежность.

Объектом исследования является промышленный газопровод на месторождении Каргасокского района.

Цель работы – выбор и обоснование технологических решений по сооружению промышленного газопровода на территории Каргасокского района.

В процессе исследования проводился расчет необходимости балластировки для промышленного газопровода, его прочность и устойчивость, расчет земляных работ для выбора строительной

В результате исследования был проведен обзор литературы по указанной тематике, рассмотрены условия территории, на которой будет располагаться линейный объект, проведено обоснование технологических решений для строительства в сложных инженерно-геологических условиях, проанализированы методы прокладки, и представлена строительная техника для сооружения промышленного газопровода на болотах.

Abstract

Final qualifying work 115 pp., 2 pictures, 44 tables., 40 sources, 2 references.

Key words: field gas pipeline, construction, laying methods, ballasting devices, textile container, earthworks, insulation, hydraulic tests, strength, reliability.

The object of the study is the field gas pipeline in the field of Kargasok district.

The purpose of the work is the selection and justification of technological solutions for the construction of a gas pipeline in the territory of the Kargasok district.

In the process of the study, the calculation of the need for ballasting for the field gas pipeline, its strength and stability, the calculation of earthworks for the selection of construction

As a result of the study, a review of the literature on this topic was conducted, the conditions of the territory on which the linear object would be located were reviewed, the technological solutions were justified for construction in difficult engineering and geological conditions, the laying methods were analyzed, and construction equipment was presented to construct a gas pipeline in the swamps.

Определения, обозначения, сокращения

Определения:

Берма траншеи - это полоса грунта, не засыпанная землёй из траншеи. Она располагается между самым откосом начала траншеи и отвалом земли, вынутой из траншеи. Главное предназначение бермы - это защита полости траншеи от попадания в неё грунта из отвала.

Лежневая дорога - временный переезд, сооруженный из стволов деревьев. Его основное назначение - обеспечение оперативной доставки грузов, людей, техники к объекту.

Морозное пучение – это увеличение объема грунта при отрицательных температурах, то есть зимой.

Понтон - плавсредство для поддержания тяжестей на воде.

Слани - настил, чаще всего деревянный, из бревен, реже из металла, для придания устойчивости и равномерного распределения нагрузок.

Сокращения:

КТ - контейнер текстильный

ГКМ – газоконденсатное месторождение

УСК – установка стабилизации конденсата

УКПГ - установка комплексной подготовки газа

НГКМ - - нефтегазоконденсатное месторождение

УТК - утяжелитель железобетонный сборный кольцевого типа

Оглавление

Введение.....	17
1. Обзор литературы	19
2. Общая часть	20
2.1 Промысловые трубопроводы	20
2.1.1 Классификация промысловых трубопроводов	20
2.2 Методы укладки	21
2.2.1 Укладка с бермы траншеи или лежневой дороги	22
2.2.2 Укладка трубопровода методом сплава.....	22
2.2.3 Укладка трубопровода методом протаскивания.....	23
2.3 Балластирующие устройства	24
2.3.1 Контейнер текстильный	24
2.3.2 Анкерные устройства.....	28
3. Характеристика объекта исследования.....	30
3.1 Топографические условия	30
3.2 Инженерно-геологические условия.	32
3.3 Гидрогеологические условия	33
3.4 Метеорологические и климатические условия	34
3.5 Сведения о категории и классе линейного объекта.....	36
3.6 Сведения о проектной мощности линейного объекта.....	38
3.7 Обоснование технических решений в сложных инженерно-геологических условиях	39
3.8 Технологическая последовательность работ при сооружении линейных трубопроводов	41
3.8.1 Земляные работы.....	42

3.8.2 Сварочно-монтажные работы	43
3.8.3 Контроль качества сварных соединений	44
3.8.4 Изоляционно-укладочные работы.....	44
3.8.5 Очистка полости и испытание трубопроводов	45
3.8.6 Переходы через автомобильные дороги	48
3.8.7 Прокладка трубопровода по болотам и заболоченным участкам.....	49
4. Расчетная часть.....	50
4.1 Расчет необходимости балластировки трубопроводов	50
4.2 Расчет стальных трубопроводов на прочность и устойчивость.....	51
4.2.1 Расчет трубопроводов на прочность в продольном направлении	52
4.2.2 Проверка на предотвращение недопустимых пластических деформаций подземных стальных трубопроводов.....	53
4.2.3 Проверка общей устойчивости трубопроводов в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы.....	54
4.3 Расчет земляных работ	59
4.4. Расчет объемов грунта, который необходимо привезти, вывести.	60
4.6 Обоснование потребности строительства в кадрах.....	62
4.7 Обоснование потребности строительства в строительных машинах, механизмах и транспортных средствах и топливе	63
4.8 Обоснование потребности строительства в электрической энергии, воде.....	67
4.9 Обоснование потребности строительства во временных зданиях и сооружениях	69
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	73
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	73

5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	74
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений	74
5.1.3	Технология QuaD	77
5.1.4	SWOT-анализ.....	78
5.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	81
5.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	81
5.3	Бюджет научно-технического исследования	82
5.4	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	84
6.	Социальная ответственность	87
6.1	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	87
6.1.1	Уровень вибрации	88
6.1.2	Уровень шума.....	89
6.1.3	Работа в условиях низких температур	91
6.2	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	92
6.2.1	Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением)	92
6.2.2	Электрический ток	92
6.3	Экологическая безопасность.....	93
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	95
6.5	Социально-бытовое обслуживание	100
	Заключение	103
	Список литературы	105
	Приложение А	108

Технологическая схема Северо - Васюганского месторождения	108
Приложение Б.....	109
Гидравлический расчет.....	109

Введение

Промысловые трубопроводы используются между промышленными сооружениями (скважинами, сооружениями газоперерабатывающего завода и пр.). Условия их работы могут быть очень разнообразными. В процессе работы они поддаются огромным нагрузкам. На них воздействует высокое давление, смена температурных режимов, трубы поддаются коррозии, на их состояние может влиять то вещество, которое по ним транспортируется. Также на состояние трубы действует ее собственный вес, масса деталей, арматуры, термоизоляции [1].

Но помимо этих факторов, нужно учитывать условия, которые связаны с территорией, на которой будет прокладываться трубопровод. К ним относятся топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические, природно-климатические условия, характеристики грунта и грунтовых вод.

Актуальность. На территории Каргасокского района преобладают различные сложные инженерно-геологические условия, которые усложняют и удорожают процесс строительства. К тому же на таких территориях процент появления участков в непроектном положении намного выше. А это в свою очередь не только повышает опасность разрушения трубопроводов, но и требует огромных финансовых затрат на их устранение, что понижает экономический потенциал нефтегазотранспортных предприятий и страны в целом. Поэтому сооружение трубопроводов в таких условиях требует особого внимания и рассмотрения.

Целью выпускной квалификационной работы бакалавра является выбор и обоснование технологических решений по сооружению промышленного газопровода на территории Каргасокского района.

Для реализации цели необходимо выполнить следующие **задачи**:

- проведение литературного обзора по тематике ВКР;
- характеристика объекта исследования;

- расчеты на прочность, устойчивость, необходимость балластировки и земляных работ;
- выбор строительной техники и ее конструкции;
- выявление опасных и вредных производственных факторов, возникающих при строительстве промышленного газопровода, а также мероприятия с помощью которых возможно устранить эти факторы.

Объект исследования - промышленный газопровод на месторождении Каргасокского района.

Предмет исследования – прокладка промышленного газопровода в сложных инженерно-геологических условиях.

Практическая значимость – данную ВКР можно использовать как методические указания к проектированию и строительству промышленных газопроводов на территории Каргасокского района с похожими инженерно-геологическими условиями.

1. Обзор литературы

Строительство и прокладка газопроводов на болотах очень сложный высокотехнологичный процесс, который требует тщательной подготовительной работы. От качества и своевременности выполнения всех подготовительных работ, зависит скорость и качество производства работ на всех этапах строительства газопровода, а также конечный результат всего строительства.

Мустафик Ф. М., Быков Л. И, Гумеров А. Г., Васильев Г.Г., Прохоров А.Д., Квятковский О.П., Гамбург И.Ш., Спектор Ю.И. в своем учебном пособии «Промысловые трубопроводы и оборудование» рассматривают как самую большую главу - строительство промышленных трубопроводов. Там рассмотрены все этапы строительства, технология укладки, переходы через естественные и искусственные препятствия, а также прокладка в особых природных условиях, таких как: сильно пересеченная местность, болота, обводненные участки, многолетнемерзлые, просадочные и пучинистые грунты, сейсмические районы и т.д.

Самая актуальная информация по строительству промышленных газопроводов на данный момент находится в следующей нормативной документации: ГОСТ Р 55990-2014 - Нормы проектирования, СП 11-105-97 - Инженерно-геологические изыскания для строительства, СП 284.1325800.2016. - Правила проектирования и производства работ, СП 393.1325800.2018 – Организация строительного производства.

2. Общая часть

2.1 Промысловые трубопроводы

Промысловые трубопроводы используются между промышленными сооружениями (скважинами, сооружениями газоперерабатывающего завода и пр.). Условия их работы могут быть очень разнообразными. В процессе работы они поддаются огромным нагрузкам. На них воздействует высокое давление, смена температурных режимов, трубы поддаются коррозии, на их состояние может влиять то вещество, которое по ним транспортируется. Также на состояние трубы действует ее собственный вес, масса деталей, арматуры, термоизоляции.

Но помимо этих факторов, нужно учитывать условия, которые связаны с территорией, на которой будет прокладываться трубопровод. К ним относятся топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические, природно-климатические условия, характеристики грунта и грунтовых вод.

2.1.1 Классификация промышленных трубопроводов

Промысловые трубопроводы различаются:

1) По виду перекачиваемого продукта:

- нефтепроводы;
- газопроводы;
- нефтегазопроводы;
- метанолопроводы;
- конденсатопроводы;
- ингибиторопроводы;
- водопроводы;
- паропроводы;
- канализационные.

2) По назначению:

- самотечные;
- напорные;

- смешанные.

3) По рабочему давлению:

- низкого (до 0,6 МПа);
- среднего (до 1,6 МПа);
- высокого (свыше 1,6 МПа) давления [2].

2.2 Методы укладки

Обычно прокладку трубопроводов на болотах и обводненных участках производят в зимнее время, для того чтобы специальные механизированные колонны могли проходить по промерзшему верхнему покрову (технология строительства была такая же, как и в нормальных условиях). Для этого используются специальные мероприятия по ускорению промерзания грунта на полосе дороги для передвижения строительной техники, а также специальные мероприятия по уменьшению промерзания грунта на полосе рытья траншеи. В остальные времена года в технологию будут вноситься существенные изменения в зависимости от типа болота, его параметров и параметров укладываемых труб.

При сооружении подземных трубопроводов на болотах, обводненных участках трассы и участках с высоким уровнем грунтовых вод допускается укладка трубопровода непосредственно на воду с последующим погружением на проектные отметки и закреплением. Методы укладки и конкретные места балластировки таких трубопроводов определяются проектом и уточняются проектом производства работ.

Засыпка трубопроводов, уложенных в траншею на болотах в летнее время, осуществляется: бульдозерами на болотном ходу; одноковшовыми экскаваторами на уширенных гусеницах, перемещающихся вдоль трассовой дороги; одноковшовыми экскаваторами на сланях с перемещением непосредственно вдоль траншеи; с помощью легких передвижных гидромониторов путем смыва грунта в траншею, а в зимнее время после

промерзания грунта — бульдозерами, одноковшовыми экскаваторами и роторными траншеезасыпателями.

Таким образом подземная прокладка трубопроводов в зависимости от времени года, методов производства работ, степени обводненности, несущей способности грунта и оснащенности строительного участка оборудованием осуществляется следующими способами:

- укладкой с бермы траншеи или лежневой дороги (как в нормальных условиях);
- укладкой в специально создаваемую в пределах болота насыпь;
- сплавом;
- протаскиванием по дну траншеи (аналог строительства подводных переходов).

2.2.1 Укладка с бермы траншеи или лежневой дороги

В состав работ, выполняемых при укладке трубопровода в подводную траншею на переходах через болото с технологического проезда лежневого типа входят:

- строповка и подъем плети на троллейных подвесках;
- непрерывный визуальный и инструментальный контроль изоляции и состояния уложенного трубопровода в траншею;
- опускание плети трубопровода в траншею последовательными захватками и расстроповка.

Для производства работ по укладке трубопровода в подводную траншею на болоте с лежневой дороги применяются следующие строительные материалы: стальные сферические заглушки; сварочные электроды Э-42.

2.2.2 Укладка трубопровода методом сплава

При сплавном методе на одном из берегов перехода производятся все сварочно-монтажные работы на стационарной монтажной площадке. После очистки и наложения изоляции и футеровки секция сплавляется по

обводненной траншее. По мере сплава секции трубопровода в траншею периодически наращиваются последующие секции в плеть.

Сплавной метод позволяет осуществлять укладку трубопровода на труднопроходимых болотах в летнее время при минимальном количестве машин и механизмов, работающих в стационарных условиях на монтажной площадке.

Сплавной метод применяется на переходах, имеющих значительную длину и глубину залегания торфяного слоя, и высокий уровень стояния грунтовых вод. В таких болотах по мере продвижения экскаватора и выемки грунта траншея сразу заполняется водой. Утяжеляющие грузы можно навешивать до или после сплава.

2.2.3 Укладка трубопровода методом протаскивания

На непроходимых болотах, а также при отсутствии соответствующих механизмов для доставки грузов и их укладки на трубопровод применяется метод протаскивания забалластированного трубопровода по дну вырытой траншеи. По оси траншеи прокладывают трос, один конец которого прикреплен к переднему заглушенному концу плети, а другой – к трактору (или лебёдке), расположенному на противоположном конце болота. Методом протаскивания трубопроводы можно уложить на минеральное дно болота глубиной не менее 3 м или в траншею на торфяное основание с мощностью залежи свыше 3 м, т. е. метод протаскивания позволяет вести укладку трубопровода на глубоких болотах без применения специальных машин, а основные работы выполнять на монтажной площадке, что повышает их качество.

Для утяжеления протаскиваемой плети трубопровода, кроме балластных грузов, можно использовать также сплошное бетонирование.

При небольшой длине перехода протаскивается вся плеть сразу, а при длинных переходах плеть протаскивается по мере наращивания секций.

При спуске трубопровода на дно траншеи для уменьшения тяговых усилий при протаскивании, особенно в начале движения, используют роликовые опоры, применяемые при центровке и сварке секций [3].

2.3 Балластирующие устройства

Участки трубопроводов, прокладываемых в траншее через болота или заливные поймы, а также в обводненных районах, необходимо рассчитывать на устойчивость положения против всплытия по условию:

$$Q_{\text{акт}} \leq \frac{1}{k_{\text{н.в}}} \cdot Q_{\text{пас}} \quad (2.3)$$

$Q_{\text{акт}}$ - суммарная расчетная нагрузка на трубопровод, действующая вверх (включая упругий отпор при прокладке свободным изгибом), Н; $Q_{\text{пас}}$ - суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз (включая собственный вес), Н; $k_{\text{н.в}}$ - коэффициент надежности устойчивости положения трубопровода против всплытия, принимаемый равным для участков перехода через болота.

В зависимости от грунтовых и гидрологических условий могут применяться следующие виды балластировки и закрепления газопроводов:

- утяжелители из высокоплотных материалов (железобетонные, чугунные, шлакобетонные);
- утяжелители из минерального грунта;
- грунтовая засыпка с использованием текстильных полотнищ;
- анкерные устройства.

2.3.1 Контейнер текстильный

Используется для балластировки трубопроводов диаметром 219-1620 мм грунтом на болотах. Заполняется грунтом на трассе или в карьере до монтажа на трубопровод. Изготавливается из высокопрочных, долговечных в грунтовых условиях технических тканей. Комплектуется передвижным бункерным устройством (или его техдокументацией) для заполнения контейнеров.

Изготовитель должен иметь лицензию патентообладателя. Преимущества: - объем грузоперевозок сокращается в 200 - 250 раз; - устраняется потребность в железобетонных утяжелителях; -исключается возможность повреждения изоляционного покрытия трубопроводов при их строительстве и эксплуатации, в том числе на участках продольных перемещений трубопроводов.



Рисунок 2.3.1.1 – Монтаж КТ на трубопровод

Таблица 2.3.1 – Технические характеристики контейнера текстильного типа КТ.

Марка КТ	Высота КТ, мм	Условный диаметр емкости, d_y , мм	Объем КТ, m^3	Вес КТ в воздухе, т при $\gamma_{гр}=1,4 \text{ т/м}^3$	Размеры КТ в плане на трубе (ВxL), мм
КТ-130 Т	650±50	250±50	0,05±0,01	0,075±0,01	700x600±100
КТ-160 Т	850±50	300±50	0,16±0,02	0,24±0,02	800x700±100
КТ-219 Т	800±50	400±50	0,25±0,2	0,36±0,2	800x800±100
КТ-300	1300±50	500±50	0,55±0,05	0,7±0,05	1700x1400±100

Контейнера текстильные (КТ) изготавливаются из высокопрочных, долговечных в грунтовых условиях технических тканей типа ТБГ-360 представляет собой заполненные минеральным грунтом замкнутые тканевые конструкции, соединенные между собой неразъемно.

В состав работ, последовательно выполняемых при балластировке трубопровода КТ входят:

- подвозка и раскладка комплектов КТ вдоль траншеи;
- установка трапа и переходного мостика;
- заполнение контейнеров минеральным грунтом;
- монтаж КТ на трубопровод

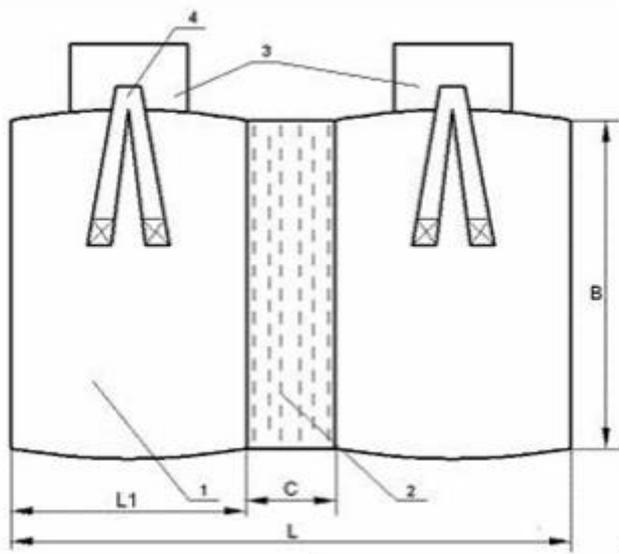


Рисунок 2.3.1.2– Контейнерный утяжелитель типа КТ

1 - емкости контейнеров; 2 - тканевая перемычка; 3 - рукава для наполнения контейнеров грунтом; 4 - грузовые ленты (изготавливаются из материала контейнера и представляют собой конструктивные элементы, обеспечивающие передачу усилий от КТ на трубопровод)

В исключительных случаях, когда при монтаже контейнеры недостаточно облегают трубопровод, или ширины траншеи не хватает для опирания контейнеров на дно траншеи, по согласованию с Заказчиком допускается увеличение ширины траншеи путем рытья карманов по обе стороны траншеи в её стенках.

Особенности производства работ в зимний период:

- для предохранения грунта засыпанного в контейнера от смерзания и примерзания готовых контейнеров к площадке их заполнение необходимо производить за 1-2 часа до монтажа на трубопровод;

- при заблаговременной заготовке контейнеров с грунтом до смерзания в них грунта КТ следует навешивать на трубный стенд (см. рис.7), расположенный в непосредственной близости от места заполнения контейнеров

грунтом. Диаметр трубы стенда должен быть равен диаметру трубопровода. После смерзания грунта в контейнерах и получения КТ требуемой формы его снимают со стенда и складывают в указанном месте [4].

2.3.2 Анкерные устройства

Значительная протяженность трубопроводов России проходит по территориям со слабонесущими грунтами, что создает проблемы с обеспечением их проектного положения. В особенности в условиях многолетнемерзлых грунтов. Для решения таких задач, в настоящее время широко применяют различные технические решения, основанные на закреплении участков трубопроводов бетонными и чугунными пригрузами, а также полимерно-контейнерными балластирующими устройствами.

Разработанные с использованием самых передовых технологий анкерные системы «Сyntech» используется для обеспечения устойчивости положения трубопроводов, как в талых, так и в вечноммерзлых грунтах.

По сравнению с бетонными пригрузами и утяжеляющими бетонными покрытиями, анкерные системы компании Syntech легкие, компактной конструкции, что значительно сокращает затраты и время на монтаж, обеспечивает целостность изоляционного покрытия, значительно сокращает расходы на их транспортировку и хранение. Анкерные системы обладают высоким уровнем эффективности и продолжительностью срока службы, независимо от условий окружающей среды в местах их установки. Экономия их применения анкерных систем по сравнению со стоимостью применения обычных методов закрепления трубопроводов превышает 70%.

Полиэстровый седельный хомут обеспечивает плотный и стабильный контакт с трубопроводом, в то время эластичность полиэстрового ремня дает равномерное распределение нагрузки между точками закрепления анкерной системы

Таблица 2.3.2 – Сравнительная характеристика Анкерных устройств и бетонных утяжелителей

	Анкерные системы Syntech	Бетонные утяжелители
Конструкция	Обеспечивает прижимное усилие в 2,5 раз превышающее силу всплытия незаполненного трубопровода	Обеспечивает вес в 1,1 раза превышающий силу всплытия незаполненного трубопровода
Интервал установки	45 метров	7 метров
Хранение	Количество анкеров для закрепления 1 км трубопровода требует площадь 2 кв. м	Количество пригрузов для закрепления 1 км трубопровода требует площадь 60 кв. м
Транспортировка	Для закрепления 10 км трубопровода требуется 3 грузовые автомашины	Для закрепления 10 км трубопровода требует площадь 216 грузовые автомашины
Монтаж	Обычный состав монтажной бригады включает экскаватор, оборудованный гидравлическим приводом, оператора и двух разнорабочих	Обычный состав бригады по установке пригрузов включает экскаватор, оператора и двух разнорабочих

Преимущества использования анкерных систем Syntech:

- Компактные легкие конструкции удобные при монтаже и демонтаже
- Отсутствие прямого контакта металлических компонентов с трубой
- Обеспечение трехкратного запаса прочности
- Значительное сокращение затрат на строительство
- Минимальные расходы на транспортировку и складирование
- Возможность повторного использования
- Полная утилизация
- Гарантия на весь срок эксплуатации трубопровода

3. Характеристика объекта исследования

В качестве объекта исследования выбраны газопровод и метанолопровод от куста [REDACTED], [REDACTED] [REDACTED]. Данные трубопроводы введены в эксплуатацию в 2018 году.

Газопровод предназначен для транспортировки скважинной продукции, добываемой на кусте скважин [REDACTED], на [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] с последующей транспортировкой на [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] для подготовки и дальнейшей транспортировки по магистральному газопроводу.

Метанолопроводы предназначены для транспортирования метанола от [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] на кустовую площадку [REDACTED]. Диаметры трубопроводов выбраны в соответствии с гидравлическим расчетом и составляют $D_{Г1}=[REDACTED]$, $D_{М1}=[REDACTED]$. Гидравлический расчет приведен в приложении Б, производительность и давление предоставлены заказчиком и составляют $Q_{2018}=[REDACTED]$ млн. $нм^3/год$, $Q_{2019}=[REDACTED]$ млн. $нм^3/год$, $P_{скв}=[REDACTED]$ МПа. Технологическая схема трубопроводов [REDACTED] приведена в приложении А.

3.1 Топографические условия

В административно - территориальном отношении объект изысканий располагаются в пределах Каргасокского района, на западе Томской области. Сообщение с областным центром в зимнее время осуществляется автомобильным транспортом по зимникам, в летнее время до п. Каргасок, далее до месторождения - вездеходной техникой либо вертолетом.

Исследуемая территория относится к лесной зоне, для которой характерно преобладание плоских слабодренированных равнин, занятых обширными труднопроходимыми болотами и бесчисленными озерами. Реки исследуемого района характеризуются, как типично равнинные.

Основными неблагоприятными факторами при освоении месторождений на территории Васюганских болот являются вырубка леса, нарушение почвенного покрова при планировке участка в процессе строительства. В

процессе эксплуатации месторождения основными факторами, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду, являются добыча, хранение и транспортировка нефти.

Почвенный покров рассматриваемой территории представлен торфянисто-подзолистыми, и болотными почвами. Торфянисто-подзолистые почвы распространены в таежно-лесной зоне среди подзолистых почв на слабодренированных территориях и в неглубоких понижениях, формируются при периодическом переувлажнении поверхностными или грунтовыми водами. Болотные почвы имеют довольно широкое распространение. Формирование их происходит на слабодренированных междуречных пространствах в условиях постоянного или временного грунтового избыточного увлажнения, с накоплением в почве органического вещества (торфа). Формированию болотных почв способствует так же ослабленный сток поверхностных вод и поверхностное переувлажнение.

Участок изысканий относится к сейсмическому району с сейсмической интенсивностью в 5 баллов шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий при степени сейсмической опасности «С», согласно СП 14.13330.2018. [5]

Современные физико-геологические процессы рассматриваемой территории проявляются в основном в виде подтопления, морозного пучения и заболачивания.

Площадная пораженность территории процессом морозного пучения составит менее 25 %, в связи с чем, категория опасности процесса морозного пучения на территории изысканий определится, как «умеренно опасная», согласно СП 115.13330.2016.

Более 90 % территории изысканий подвержено естественному подтоплению болотными водами (согласно п.5.4.8 СП 22.13330.2011).

По степени опасности процессов «подтопления» согласно СП 115.13330.2012 – территория классифицируется, как «весьма опасная». [6]

Таблица 3.1. - Категории опасности природных воздействий

Показатели, используемые при оценке категории опасности природного процесса (ОПП)	Категории опасности процессов			
	чрезвычайно опасные (катастрофические)	весьма опасные	опасные	умеренно опасные
Подтопление территории				
Площадная пораженность территории, %	-	75-100	50-75	Менее 50
Продолжительность формирования водоносного горизонта, лет	-	Менее 3	Не более 5	Более 5
Скорость подъема уровня подземных вод, м/год	-	Более 1	0,5-1	0,5
Пучение				
Потенциальная площадная пораженность территории, %	-	Более 75	25-75	Менее 25
Площадь проявления на одном участке, тыс. км	-	0,01-10	0,01-10	0,01-10
Скорость развития, см/год	-	До 50	5-10	Менее 5

3.2 Инженерно-геологические условия.

Васюганские болота расположены в центральной части Западно-Сибирской плиты, палеозойское основание которой перекрывает мощный чехол осадочных отложений, имеющий ритмическое строение – чередование морских и континентальных отложений. В результате исследований прошлых лет геолого-литологический разрез территории изучен с поверхности до глубины 38,0 м. Присутствуют все типы болот: верховые, низинные, переходные. Подстилают озерно-болотные отложения осадки разного возраста - от террасового аллювия до сузгунской толщи. Основными торфообразователями являются разного рода осоки и сфагновые мхи. Мощность озерно-болотных отложений достигает 6,5 м.

Согласно приложения Б СП 11-105-97, категория сложности геологических условий – III (сложная) таблица 2. [6]

Таблица 3.2 - Категории сложности инженерно-геологических условий

Факторы	I (простая)	II (средней сложности)	III (сложная)
Геологические и инженерно-геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение и (или) не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов	Имеют широкое распространение и (или) оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов

3.3 Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении район изысканий расположен в пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна. Гидрогеологические условия рассматриваемого участка характеризуются распространением подземных вод двух типов: болотных вод, приуроченных к современным озерно-болотным отложениям и грунтовых вод четвертичных отложений сузгунской толщи. Болотные воды имеют повсеместное распространение в пределах участков изысканий. Согласно СП 86.13330.2014, по проходимости строительной техники болота относятся ко второму типу. [7]

По результатам лабораторных исследований болотные воды ультрапресные, с величиной минерализации от 0,02 до 0,13 г/л, по химическому составу – гидрокарбонатные кальциевые, среда вод от слабокислой до кислой (величина рН – от 4,3 до 6,1 ед. рН). По величине общей жесткости – очень мягкие ($J_{\text{общ.}}$ – до 0,52 мг-экв/л). Воды бурого цвета, с повышенной мутностью, имеют характерный болотистый запах, обогащены гумусом и содержат значительное количество железа.

По отношению к бетонам железобетонных конструкций, болотные воды являются слабоагрессивными по содержанию бикарбонатной щелочности (НСО-3), от слабо-, до средне-агрессивных по величине водородного

показателя (рН) и по содержанию агрессивной углекислоты (CO₂) (СП 28.13330.2017, табл. В.3). По остальным показателям воды характеризуются как неагрессивные. По отношению к арматуре железобетонных конструкций, болотные воды неагрессивные по содержанию хлоридов (СП 28.13330.2017, табл. Г.2). Питание болотных осуществляется за счет атмосферных осадков, талых вод, поступающих во время весеннего снеготаяния, и периодически за счет грунтовых вод. [8]

3.4 Метеорологические и климатические условия

Климат района континентально-циклонический с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Над рассматриваемой территорией, как летом, так и зимой преобладают континентальные воздушные массы, что ведет к повышению температуры воздуха летом и ее понижению зимой. Переходные сезоны короткие, с резкими колебаниями температуры.

Таблица 3.4 - Климатические условия района строительства объекта

Характеристика	Нормативный документ	Значение	
Климатический подрайон строительства	СП 131.13330.2016	IV	
Абсолютный минимум температура воздуха, °С	СП 131.13330.2016	-51	
Абсолютный максимум температура воздуха, °С	СП 131.13330.2016	37	
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки (°С) обеспеченностью:	0,92	СП 131.13330.2012	-41
	0,98	СП 131.13330.2012	-44
Температура воздуха наиболее холодных суток (°С) обеспеченностью:	0,92	СП 131.13330.2012	-46
	0,98	СП 131.13330.2012	-47
Нормативное значение веса снежного покрова, кПа	СП 20.13330.2016	2,4	
Нормативное значение ветрового давления, кПа	СП 20.13330.2016	0,23	
Нормативное значение толщины стенки гололеда, мм	СП 20.13330.2016	5	
Барометрическое давление, гПа	СП 131.13330.2012	1007	

Согласно схематической карте климатического районирования для строительства СП 13330.2016 исследуемая территория относится к подрайону IV, который характеризуется среднемесячной температурой воздуха в январе от

минус 14 до минус 28 °С, средней скоростью ветра за три зимних месяца 5 и более м/с, среднемесячной относительной влажностью воздуха в июле более 75 %. Зима (ноябрь-март) холодная с частыми метелями. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет минус 51 ° С (январь 1935 г.), средняя минимальная температура наиболее холодного месяца (январь) – минус 24,7 ° С. [9]

Для исследуемого района в зимний период характерны сильные морозы с температурой воздуха ниже минус 30 °С. Сильные морозы относятся к опасным метеорологическим явлениям, поскольку они являются причиной повышенного износа и поломок агрегатов и железобетонных конструкций, а также обморожений у людей и животных. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 составляет минус 44 ° С, обеспеченностью 0,92 – минус 41 ° С.

Лето (июнь-август) короткое, но теплое. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) +24,0 ° С, абсолютная максимальная температура воздуха +37 ° С (июль 1969 г.). Температура воздуха обеспеченностью 0,95 составляет +22 ° С, температура воздуха обеспеченностью 0,98 составляет +26 ° С (СП 131.13330.2012). Почвы района изысканий преимущественно дерново-подзолистые.

Среднегодовая температура поверхности почвы составляет минус 2 ° С. Согласно СП 22.13330.2016 нормативная глубина сезонного промерзания составляет: для суглинков и глин – 1,98 м, для супесей, песков мелких и пылеватых – 2,41 м. [10]

За зиму максимальная декадная высота снежного покрова составляет 73 см, минимальная – 34 см, средняя – 56 см. Наибольшей высоты снежный покров достигает в марте. Средняя плотность снежного покрова при его наибольшей декадной высоте составляет 220 кг/м³, максимальная 290 кг/м³, минимальная – 150 кг/м³. Период со снежным покровом в среднем составляет 187 дней. В исследуемом районе зимой часто наблюдаются снежные заносы,

которые относятся к опасным метеорологическим явлениям и связаны с выпадением снега при скорости ветра более 15 м/с и продолжительностью более 12 ч. Снежные заносы приводят к затруднению нормального функционирования объектов инфраструктуры.

К неблагоприятным инженерно-геологическим процессам на территории исследуемого района относится заболачивание территории, участки болот II и III типа, морозное пучение и подтопления подземными водами.

По степени опасности морозного пучения территория относится к «умеренно опасным».

3.5 Сведения о категории и классе линейного объекта

Предусмотрено строительство следующего промыслового трубопровода:

1. Газопровод: Г1
2. Метанолопровод: М1

Газопровод предназначен для транспортировки скважинной продукции, добываемой на кустах скважин, на [REDACTED], [REDACTED] [REDACTED] с последующей транспортировкой на [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] для подготовки и дальнейшей транспортировки по магистральному газопроводу.

Начало линейной части газопровода соответствует границе обвалования куста, конец линейной части газопровода Г1 соответствует точке врезки в существующую гребёнку на [REDACTED].

Проектируемый метанолопровод предназначен для транспортирования метанола от [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] на проектируемую кустовую площадку. Начало линейной части проектируемого метанолопровода соответствует точке врезки в существующие метанолопровод, конец линейной части метанолопровода соответствует границе обвалования куста.

Технологическая схема проектируемых промысловых трубопроводов приведена в приложении А.

Класс и категория промысловых трубопроводов определяется в соответствии с ГОСТ Р 55990-2014.

Проектируемый газопровод относится к III классу (при рабочем давлении свыше 2,5 МПа до 10 МПа включительно).

Проектируемый метанолопровод относится к III классу (трубопроводы условным диаметром менее 300 мм).

Кроме того, отдельные участки проектируемых газопроводов-шлейфов относятся ко II категории в соответствии с табл. 8 ГОСТ Р 55990-2014:

- переходы через болота II и III типа;
- узлы линейной запорной арматуры и примыкающие к ним участки трубопровода длиной не менее 15 м в каждую сторону от границ монтажного узла;
- пересечения с подземными коммуникациями в пределах 20 м по обе стороны пересекаемой коммуникации;
- пересечения с воздушными линиями электропередач на расстоянии 1000 м в обе стороны от пересечения (п. 2.5.290 ПУЭ);
- участок газопровода, примыкающий к площадке куста скважин, на расстоянии 150 м от ограждения;
- участки газопровода при пересечении автомобильных дорог общего пользования IV, V категорий, включая участки по обе стороны дороги длиной 25 м каждый от подошвы насыпи земляного полотна дороги.

С учетом всех перечисленных участков проектируемый газопровод на всем протяжении принимают категорией II.

Отдельные участки проектируемого метанолопровода относятся к I категории в соответствии с табл. 8 ГОСТ Р 55990-2014:

- переходы через болота III типа.

Проектируемый газопровод по характеру транспортируемой среды относится к первой группе, метанолопровод к третьей группе.

3.6 Сведения о проектной мощности линейного объекта

Производительность проектируемых трубопроводов представлена в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Производительность проектируемых трубопроводов

Трубопровод	Производительность (жидкость), тыс. м ³ /год	Производительность (газ), млн. м ³ /год
Газопровод Г1	11,765	52,9
Метанолопровод М1	0,146	-

Физико-химические свойства транспортируемых сред по проектируемым трубопроводам ██████████ ██████████ представлены в таблицах 3.6.2 и 3.6.3

Таблица 3.6.2 Компонентный состав и физические свойства пластового газа ██████████ ██████████ месторождения

Параметры	Значения
Плотность при 20 °С. кг/м ³	0,920
Плотность пластового газа относительно воздуха	0,764
Теплота сгорания высшая, МДж/м ³	4585,44
Теплота сгорания низшая, МДж/м ³	4163,21
Состав, % мольн.:	
- метан	80,23
- этан (C ₂)	5,20
- пропан (C ₃)	4,02
- <i>i</i> -бутан (<i>i</i> -C ₄)	1,23
- <i>n</i> - буган (<i>n</i> -C ₄)	1,37
- <i>i</i> -пентан (<i>i</i> -C ₅)	0,62
- <i>n</i> - пентан (<i>n</i> -C ₅)	0,48
- гексан (C ₆)	0,57
- гептан (C ₇₊)	1,49
- азот (N ₂)	4,12
- двуокись углерода (CO ₂)	0,68

Таблица 3.6.3 – Физико-химические свойства метанола

Наименование параметра	Единица измерения	Показатели
Массовая доля активного вещества	%	95
Плотность, при 20°С	кг/м ³	795
Вязкость кинематическая при 20°С, не более	мм ² /сек	0,74
Температура - застывания, не выше	°С	минус 90
Группа ГОСТ 12.1.044-89	-	ЛВЖ

Согласно приложению 1 Федерального закона РФ от 21.07.97 № 116-ФЗ проектируемые трубопроводы относятся к категории опасных производственных объектов, в связи с тем, что в технологическом процессе обращаются горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости и предусмотрено оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа.

3.7 Обоснование технических решений в сложных инженерно-геологических условиях

К неблагоприятным инженерно-геологическим процессам на территории исследуемого района относится заболачивание территории, участки болот II и III типа, морозное пучение и подтопления подземными водами.

По степени опасности морозного пучения территория относится к «умеренно опасным». В соответствии с требованиями СП 36.13330.2012 необходимо провести расчет устойчивости:

$$|\sigma_{\text{пр.НI}}| \leq \Psi_2 \cdot R_1 \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{пр.НI}}$ – продольное осевое напряжение от расчетных нагрузок и воздействий;

Ψ_2 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб при осевых продольных напряжениях;

R_1 – расчетное сопротивление растяжению (сжатию) по временному сопротивлению. [10]

Проверка общей устойчивости трубопроводов в продольном направлении

в плоскости наименьшей жесткости системы

Проверка производится согласно СП 36.13330.2012 из условия:

$$S \leq \gamma_c \cdot N_{кр} \quad (2)$$

где S – эквивалентное продольное осевое усилие в сечении трубопроводов, Н;

$N_{кр}$ – продольное критическое усилие, Н;

γ_c – коэффициент условий работы трубопроводов, [11]

Проверку устойчивости положения трубопроводов, прокладываемых на обводнённых участках трассы, следует проводить согласно п. 12.4.6 СП 36.13330.2012.

Для защиты трубопроводов от воздействия сил морозного пучения грунта на участках прохождения по суглинкам и супесям по трассам трубопроводов предусмотрена замена грунта вокруг трубопроводов на песчаный непучинистый.

Для прохода механизмов предусмотрены переезды шириной 6 м через коммуникации. Высота насыпи над трубами должна быть не менее 1,4 м.

На сухих участках трассы разработка траншеи предусмотрена экскаваторами с обратной лопатой с ковшем емкостью до 0,65 м³, для засыпки - бульдозеры мощностью 180 л.с.

Заглубление трубопроводов до верха трубы принято в соответствии с п.9.3.1 ГОСТ Р 55990-2014 не менее 0,8 м над трубой.

Крутизна откосов траншей принята в соответствии с СП 86.13330.2012, СНиП 12-04-2002.

Ширина траншеи по трассе трубопроводов понизу на суходоле (при разработке траншеи одноковшовыми экскаваторами) равна 1,1 м (согласно п.9.3.5 и п. 8.7 ГОСТ Р 55990-2014), на участках кривых вставок - 2,2 м согласно п. 6.1.3 СП 45.13330.2012.

3.8 Технологическая последовательность работ при сооружении линейных трубопроводов

До начала производства основных работ необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- регистрация проекта в органах Ростехнадзора;
- отвод территории для производства строительных работ;
- организация временного строительного хозяйства, решение вопросов размещения и быта рабочих, заправки техники, хранения и подготовки материалов к работе;
- устройство подъездов к месту производства работ;
- доставка строительной техники, оборудования и строительных материалов;
- организация системы связи с диспетчерами КС и генподрядчика;
- оформление нарядов-допусков на производство работ повышенной опасности;
- уведомление землепользователей о начале и сроках проведения работ.

Основные технологические операции при строительстве линейных трубопроводов выполняются в следующей последовательности:

- определение оси трассы и глубины заложения (обозначить вешками);
- геодезическая разбивка оси трассы;
- устройство временных вдольтрассовых проездов;
- сборка, сварка, контроль стыков и трубопровода,
- изоляция сварных швов;
- прокладка трубопровода;
- гидравлическое испытание;
- вывоз бытовых и промышленных отходов в места, согласованные с органами Роспотребнадзора;

- рекультивация земель.

При проведении подготовительных работ необходимо:

- обследовать трассу и определить на местности условия производства работ и места подъездов к трассе;
- расчистить полосу над монтируемым трубопроводом от завалов, валунов и т.д. для передвижения техники [10].

3.8.1 Земляные работы

При проведении земляных работ необходимо:

- разработать грунт в местах пересечения трубопровода с другими подземными коммуникациями при наличии письменного разрешения и в присутствии представителя организации, эксплуатирующей эти подземные коммуникации (трубопроводы, линии связи, кабели и т.д.). Вызов представителя возлагается на подрядчика;
- при обнаружении на месте производства работ подземных коммуникаций, не указанных в проектной документации, поставить в известность заказчика и принять меры по защите обнаруженных коммуникаций и сооружений от повреждений;
- при пересечении трассы строящегося трубопровода с действующими подземными коммуникациями, а также при выполнении подключения проектируемых трубопроводов к существующим, разработку грунта механизированным способом производить на расстоянии для стальных сварных, асбестоцементных трубопроводов и коллекторов, при использовании гидравлических экскаваторов - 2 м от боковой поверхности и 1 м над верхом коммуникаций с предварительным их обнаружением с точностью до 0,5 м в соответствии с п.6.1.21 СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Оставшийся грунт дорабатывать вручную без применения ударных инструментов и с принятием мер, исключающих возможность повреждения этих коммуникаций;

- все монтажные работы проводить на полосе, отводимой во временное пользование. Ширина отводимой полосы определяется рабочим проектом и равна 20 м (для трубопроводов до 426 мм включительно в соответствии с СН 452-73).

Засыпку траншеи бульдозером произвести непосредственно вслед за опусканием трубопровода.

3.8.2 Сварочно-монтажные работы

При сварке на трассе неповоротных стыков труб допускается перемещать плеть (протягивать) по мере наращивания. Протягивание осуществляют путем укладки плетей на скользящие или катковые опоры. Протягивание следует осуществлять после остывания стыков ниже 500°С. После протягивания плетей необходимо выполнить контроль стыков неразрушающими методами.

До начала развозки трубных секций по трассе трубопровода необходимо иметь комплект раскладочных опор, количество которых должно обеспечивать заданный фронт работ для сварочно-монтажной бригады, а также комплект лежек для инвентарных монтажных опор или передвижных опорно-центровочных устройств. При раскладке и сварке изолированных секций (труб) в плети на трассе следует использовать мягкие подкладки. При сварке стыков изолированных труб (трубопровода) для предохранения изоляции от брызг расплавленного металла необходимо применять защитные коврики из негорючего материала, размещаемые по обе стороны свариваемого стыка

При сварке трубопровода в нитку сварные стыки должны быть привязаны к пикетам трассы и зафиксированы в исполнительной документации.

3.8.3 Контроль качества сварных соединений

Контроль качества сварных соединений стальных технологических трубопроводов должен быть выполнен ультразвуковым или радиографическим методом после устранения дефектов, выявленных внешним осмотром и измерениями. Контроль качества должен производиться путем: систематического операционного контроля; механических испытаний образцов, вырезанных из пробных стыков; проверки сплошности стыков с выявлением внутренних дефектов одним из неразрушающих методов контроля, а также последующих гидравлических и пневматических испытаний [11].

3.8.4 Изоляционно-укладочные работы

Способ прокладки трубопроводов подземный. Надземная прокладка участков метаноопроводов и стояков отбора давления на газопроводах-шлейфах предусмотрена в местах подключения трубопроводов к существующим трубопроводам и на узлах запорной арматуры.

Для подземной прокладки газопроводов-шлейфов и метаноопроводов трубы и гнутые отводы поставляются с заводским наружным трёхслойным полиэтиленовым покрытием.

При укладке изолированного трубопровода в траншею необходимо контролировать:

- сохранность изолированного покрытия;
- полное прилегание трубопровода по всей длине ко дну траншеи;
- глубину заложения трубопровода, которая должна соответствовать проектной;
- соответствие положения трубопровода в траншее проекту;

- правильный выбор количества и расстановки кранов-трубоукладчиков и минимально необходимую для производства работ высоту подъема трубопровода над землей [12].

Ось трубопровода, подлежащего укладке, должна находиться не дальше 2 м от кромки траншеи. Если это условие не соблюдено, то перед спуском трубопровода в траншею его следует переместить в требуемое исходное положение.

3.8.5 Очистка полости и испытание трубопроводов

Испытание трубопроводов на прочность и проверку их на герметичность производят после полной готовности:

- полной засыпки;
- установки арматуры и приборов;
- удаления персонала, вывода техники;
- обеспечения персонала связью с диспетчером операторной;
- предоставления испытательной документации на испытываемый объект.

Очистку полости и испытание трубопроводов проводят в соответствии с ГОСТ Р 55990-2014.

Очистку полости следует производить протягиванием очистных устройств в процессе сборки и сварки трубопровода в нитку. До начала испытаний на прочность проводят очистку трубопроводов промывкой при гидравлическом способе испытаний и продувкой при пневматическом. На трубопроводах диаметром менее 219 мм промывку и продувку допускается выполнять без использования очистных поршней.

Отдельные участки газопроводов-шлейфов предварительно испытывают гидравлическим способом. Величина испытательного давления на прочность составляет $1,25 P_{\text{раб}}=12,5$ МПа (рабочее давление в газопроводах-шлейфах 10,0 МПа). Продолжительность выдержки не менее 6 часов. На всех этапах испытаний в любой точке испытываемого участка трубопровода испытательное давление на прочность не превышает наименьшего из гарантированных заводами заводских испытательных давлений на трубы, арматуру, фитинги, узлы, установленные на испытываемом участке.

Отдельные участки метаноолопроводов предварительно испытывают гидравлическим способом. Величина испытательного давления на прочность составляет $1,25 P_{\text{раб}}=20,0$ МПа (рабочее давление в метаноолопроводах 16,0 МПа). Продолжительность выдержки не менее 6 часов. На всех этапах испытаний в любой точке испытываемого участка трубопровода испытательное давление на прочность не превышает наименьшего из гарантированных заводами заводских испытательных давлений на трубы, арматуру, фитинги, узлы, установленные на испытываемом участке [13].

Окончательный этап испытания газопроводов-шлейфов (после засыпки), в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55990-2014, проводят пневматическим способом на давление равное 1,25 рабочего (расчетного) давления, т.е. 12,5 МПа (т.к. в зависимости от назначения, согласно п. 7.1.5 ГОСТ Р 55990-2014, проектируемые газопроводы-шлейфы отнесены к категории С). Продолжительность испытания 12 часов.

Окончательный этап испытаний метаноолопроводов (после засыпки), в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55990-2014, проводят пневматическим способом.

Величина испытательного давления на прочность составляет $1,25 P_{\text{раб}}=20,0$ МПа (рабочее давление в метаноолопроводах 16,0 МПа).

Продолжительность выдержки не менее 12 часов. После снижения давления до максимально возможного рабочего (равного $P_{\text{раб.}}=16,0$ МПа) приводят проверку на герметичность в течение 12 часов.

Трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания на прочность трубопровод не разрушился, а при проверке на герметичность давление остается неизменным, и не обнаружены утечки [14].

Таблица 3.8.6.1 – Необходимое количество воды при проведении испытаний трубопроводов на прочность и герметичность

Наименование участка	Этап испытания	Давление испытания, МПа	Количество воды, м ³
1	2	3	4
Газопровод-шлейф Г1	Гидравлический	12,5	41,6
Метанолопровод М1	Гидравлический	20,0	3,8

Расход воды для испытаний трубопроводов определяется как объем внутренней полости испытываемого трубопровода:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L, \quad (3.8.6.1)$$

где d – внутренний диаметр трубопровода;

L – протяженность испытываемого участка.

Таблица 3.8.6.2 – Зоны безопасности при испытаниях трубопроводов, с условным диаметром до 300 мм

Вид испытания	Радиус опасной зоны в обе стороны от оси трубопровода, м	Радиус опасной зоны в направлении возможного отрыва заглушки от торца трубопровода, м
Пневматическое	100	600
Гидравлическое	при давлении испытания более 8,25 МПа	
	100	900

Осмотр трассы следует производить только после снижения испытательного давления до рабочего с целью проверки трубопровода на герметичность [15].

3.8.6 Переходы через автомобильные дороги

Проектируемые трубопроводы пересекают грунтовые автомобильные дороги. Прокладку трубопроводов через автомобильные дороги предусматривается выполнить в защитном футляре, диаметр которого больше наружного диаметра трубопровода не менее чем на 200 мм.

Заглубление участков трубопроводов, прокладываемых под автомобильными дорогами принимается не менее 1,4 м от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра, кроме того, не менее 0,5 м от дна кювета, водоотводной канавы или дренажа.

Для футляров принята антикоррозионная изоляция усиленного типа в соответствии с ГОСТ Р 51164-98:

- грунтовка «Праймер НК-50» по ТУ 5775-001-01297859-95;
- лента полиэтиленовая «Полилен 40-ЛИ-63» по ТУ 2245-003-01297859-99;
- обертка липкая полиэтиленовая «Полилен ОБ 40-ОБ-63» по ТУ 2245-004-01297859-99.

Угол пересечения проектируемых трубопроводов с автомобильными дорогами приближен к 90°. При пересечении дорог предусмотрена прокладка проектируемых трубопроводов в защитном футляре открытым способом с временным перекрытием движения транспорта и устройства временного объезда [16].

3.8.7 Прокладка трубопровода по болотам и заболоченным участкам

На болотах и заболоченных участках предусматривается подземная прокладка проектируемых трубопроводов с заглублением до верха трубы не менее 0,8 м. На участках пересечения болот III типа трубопроводы прокладываются с опорой на нижележащие слои грунта, обладающие необходимой несущей способностью. Проектируемый трубопроводы диаметрами █████ мм, █████ мм не нуждаются в балластировке, так как имеют отрицательную плавучесть. Но на переходе через автомобильную дорогу у газопровода становится положительная плавучесть из-за кожуха.

Прокладка трубопроводов предусматривается прямолинейно с минимальным числом поворотов. В местах поворота трубопроводов применяется упругий изгиб. Укладка трубопроводов при переходе через болота в зависимости от мощности торфяного слоя предусматривается непосредственно в торфяном слое или на минеральном основании [17].

На болотах III типа глубиной 1,0 м и более предусмотрена разработка и засыпка траншеи экскаватором с понтона. На болотах II и I типа разработка и засыпка траншеи предусмотрена экскаватором со сланей. Лежневые дороги на болотах III и II типа предусмотрены шириной 8 м. На болотах I типа шириной 6,5 м. Ширина траншеи по трассам трубопроводов понизу на болоте равна 1,2 м в соответствии с п. 6.1.3 СП 45.13330.2012. Откосы на болотах III типа 1:2, на болотах II типа 1:1,25, на болотах I типа 1:1 в соответствии с СП 45.13330.2012.

4. Расчетная часть

4.1 Расчет необходимости балластировки трубопроводов

Для определения необходимости балластировки необходимо проверить соблюдение неравенства:

$$Q_{\text{акт}} \leq \frac{1}{k_{\text{н.в.}}} \cdot Q_{\text{пас}} \quad (4.1.1)$$

где $Q_{\text{акт}}$ - суммарная расчетная нагрузка на трубопровод, действующий вверх;

$Q_{\text{пас}}$ - суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз;

$k_{\text{н.в.}}$ - коэффициент надежности устойчивости положения трубопровода против всплытия, принимаемый равным для перехода через болота 1,05.

Выталкивающая сила воды, приходящаяся на единицу длины полностью погруженного в воду трубопровода при отсутствии течения воды, определяется по формуле:

$$Q_{\text{акт}} = q_{\text{выт}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot g \quad (4.1.2)$$

$$Q_{\text{пас}} = q_{\text{тр}} = (m_{\text{тр}} + m_{\text{изол}}) \cdot g, \quad (4.1.3)$$

где $q_{\text{выт}}$ - расчетная выталкивающая силы воды, действующая на трубопровод, Н/м;

$q_{\text{тр}}$ - расчетная нагрузка от массы трубы, Н/м;

$\gamma_{\text{в}}$ - плотность воды, 1000 кг/м³;

d - наружный диаметр трубы с учетом изоляционного покрытия и футеровки, м

g - ускорение свободного падения, 9,81 м/с².

Массой изоляционного покрытия в расчете пренебрегаем из-за малых значений.

Результаты приведены в таблице 4.1

Диаметр трубопровода, мм	d, м	Масса трубы, кг/м	$Q_{\text{акт}}$, Н/м	$Q_{\text{пас}}$, Н/м	$\frac{1}{k_{\text{н.в.}}} \cdot Q_{\text{пас}}$	Условие $Q_{\text{акт}} \leq \frac{1}{k_{\text{н.в.}}} \cdot Q_{\text{пас}}$
57x6	0,061	7,55	28,7	74,1	70,5	Соблюдается
57x6 в кожухе 273x10		7,55+64,86	573,9	710,3	676,5	Соблюдается

159x9	0,163	33,29	204,6	326,6	311,0	Соблюдается
159x9 в кожухе 426x10		33,29+102,59	1397,5	1332,9	1269,4	Не соблюдается

Так как условие не соблюдается для кожуха диаметром 426x10 мм (с газопроводом диаметром 159x9 мм внутри него), то необходимую дополнительную нагрузку, действующую вниз в результате применения балластировки $Q_{доп}$ определяем следующим образом:

$$Q_{доп} > Q_{акт} - Q_{пас}/k_{н.в.} \quad (4.1.4)$$

$$Q_{доп} = 1397,5 - 1269,4 = 128,1 \text{ Н/м.}$$

Вес одного пригруза КТ-500Т в воздухе составляет 1800 кг/комплект, объем одного пригруза КТ-500Т составляет 1,1 м³, следовательно, балластирующая способность одного пригруза составляет

$$Q_{бал} = 1800 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2 - 1,1 \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,81 \text{ м/с}^2 = 6 \text{ 867 Н}$$

Таким образом шаг расстановки пригрузов КТ-500Т для балластировки кожуха диаметром 426x10 мм (с газопроводом диаметром 159x9 мм внутри него) составляет:

$$L = Q_{бал} / Q_{доп} = 6867 / 128,1 = 53,6 \text{ м.}$$

Длина кожухов составляет 58 м и 55 м, для обеспечения устойчивости кожуха с трубопроводом внутри него предусмотрена установка пригрузов КТ-500Т в количестве 2 шт. на каждом кожухе с расстоянием между ними 45 м.

4.2 Расчет стальных трубопроводов на прочность и устойчивость

Расчеты проведены в соответствии с СП 33.13330.2012. Для проектируемых трубопроводов приняты трубы бесшовные горячедеформированные хладостойкие по ТУ 14-159-1128-2008 из стали марки 09Г2С, класс прочности К48.

Расчет на прочность и устойчивость выполнен на участке прокладки трубопроводов в наиболее слабом грунте с наименьшим радиусом упругого изгиба оси трубопроводов.

4.2.1 Расчет трубопроводов на прочность в продольном направлении

При подземной прокладке трубопроводов проводится проверка на прочность в продольном направлении из условия

$$|\sigma_{\text{пр.НI}}| \leq \Psi_2 R_1, \quad (4.2.1.1)$$

где $\sigma_{\text{пр.НI}}$ – продольное осевое напряжение от расчетных нагрузок и воздействий;

Ψ_2 – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб при осевых продольных напряжениях;

R_1 – расчетное сопротивление растяжению (сжатию) по временному сопротивлению

$$R_1 = R_{\text{ун}} \cdot \gamma_c / \gamma_m \cdot \gamma_n, \quad (4.2.1.2)$$

где $R_{\text{ун}}$ – нормативное временное сопротивление труб разрыву (для труб из стали 09Г2С – 470 МПа);

$\gamma_c = 0,75$ – коэффициент условий работы трубопроводов II категории;

$\gamma_c = 0,6$ – коэффициент условий работы трубопроводов (участков) I категории;

$\gamma_m = 1,4$ – коэффициент надежности по материалу;

$\gamma_n = 1,0$ – коэффициент надежности по назначению трубопровода.

$$\Psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \cdot (\sigma_{\text{к.ц.}} / R_1)^2} - 0,5 (\sigma_{\text{к.ц.}} / R_1), \quad (4.2.1.3)$$

где $\sigma_{\text{к.ц.}}$ – кольцевые напряжения от расчетного внутреннего давления

$$\sigma_{\text{к.ц.}} = n \cdot p \cdot D_{\text{вн.}} / 2\delta_{\text{н}}, \quad (4.2.1.4)$$

где n – коэффициент надежности по нагрузке (внутреннему давлению), равный для метаноопровода 1,15, для газопровода 1,1;

p – расчетное давление в трубопроводе МПа;

$D_{\text{вн.}}$ – внутренний диаметр трубопровода, м;

$\delta_{\text{н}}$ – толщина стенки трубы, м,

$$\sigma_{\text{пр.Н}} = -\alpha \cdot E \cdot \Delta t + \mu \cdot (n \cdot p \cdot D_{\text{вн.}} / 2\delta_{\text{н}}), \quad (4.2.1.5)$$

где $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$ – коэффициент линейного расширения (для стали);

$E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа – модуль упругости;

$\Delta t = t_{\text{экспл}} - t_{\phi}$ – максимальный расчетный температурный перепад, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{экспл}}$ – температура эксплуатации трубопровода;

t_{ϕ} – минимальная температура сварки концевых стыков трубопроводов.

Минимальная температура сварки концевых стыков трубопроводов составляет $+6^{\circ}\text{C}$; то есть при проведении работ должна быть не ниже $+6^{\circ}\text{C}$;

$\mu = 0,3$ – переменный коэффициент поперечной деформации стали (коэффициент Пуассона).

Результаты расчета сведены в таблицу 3.2.1.

Таблица 4.2.1 – Результаты расчета трубопроводов на прочность в продольном направлении

Трубопровод, мм	$D_{\text{вн}}$, м	p , МПа	R_1 , МПа	Ψ_2	$\sigma_{\text{к.п.}}$, МПа	$ \sigma_{\text{пр.НI}} $, МПа	$\Psi_2 \cdot R_1$
57x6	0,045	16,0	240	0,824	69,0	13,9	197,8
159x9	0,141	10,0	240	0,770	86,2	11,2	184,8

Из таблицы 4.2.1 видно, что условие прочности подземных трубопроводов выполняется, т.к. $|\sigma_{\text{пр.НI}}| < \Psi_2 R_1$.

4.2.2 Проверка на предотвращение недопустимых пластических деформаций подземных стальных трубопроводов

Проверка производится из условия

$$|\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}| \leq \Psi_3 \cdot (m/0,9k_{\text{н}}) \cdot R_2^{\text{H}}, \quad (4.2.2.1)$$

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

$\Psi_3 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, при растягивающих продольных напряжениях ($\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} \geq 0$);

$m = \gamma_c = 0,75$ – коэффициент условий работы трубопроводов II категории;

$m = \gamma_c = 0,6$ – коэффициент условий работы трубопроводов (участков) I категории;

$k_H = \gamma_n = 1,0$ – коэффициент надежности по назначению трубопроводов;

R_2^H – нормативное сопротивление, равное минимальному значению предела текучести стали (для стали марки 09Г2С – 265 МПа).

$$\sigma_{пр}^H = \mu \cdot \sigma_{к.ц.}^H - \alpha \cdot E \cdot \Delta t \pm E \cdot D_H / 2\rho, \quad (4.2.2.2)$$

где $\sigma_{к.ц.}^H$ – кольцевые напряжения от нормативного (рабочего) давления, МПа;

ρ – радиус (минимальный) упругого изгиба оси трубопроводов, м;

D_H – наружный диаметр трубопроводов, м,

$$\sigma_{к.ц.}^H = p \cdot D_{вн.} / 2\delta_H, \quad (4.2.2.3)$$

$$\Psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \times \left(\frac{\sigma_{к.ц.}^H}{\frac{m}{0,9k_H} \times R_2^H} \right) - 0,5 \times \frac{\sigma_{к.ц.}^H}{\frac{m}{0,9k_H} \times R_2^H}}, \quad (4.2.2.4)$$

Результаты расчета сведены в таблицу Д.2.

Таблица 4.2.2 – Результаты проверки подземных трубопроводов на предотвращение недопустимых пластических деформаций

Трубопровод, мм	P, МПа	ρ , м	$D_{вн.}$, м	$\sigma_{к.ц.}^H$, МПа	$ \sigma_{пр}^H $, МПа	Ψ_3	$\Psi_3 \cdot (m/0,9k_H) \cdot R_2^H$
57x6	16,0	300	0,045	60,0	36,2	0,836	184,63
159x9	10,0	300	0,141	78,3	68,2	0,774	170,98

Условие по предотвращению недопустимых пластических деформаций подземных трубопроводов выполняется, т.к. $|\sigma_{пр}^H| < (\Psi_3 \cdot (m/0,9k_H) \cdot R_2^H)$.

Второе условие: $\sigma_{к.ц.}^H < (\Psi_3 \cdot (m/0,9k_H) \cdot R_2^H)$ также выполняется.

4.2.3 Проверка общей устойчивости трубопроводов в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы

Проверка производится согласно СП 33.13330.2012 из условия

$$S \leq \gamma_c \cdot N_{кр}, \quad (4.2.3.1)$$

где S – эквивалентное продольное осевое усилие в сечении трубопроводов, Н;

$N_{кр}$ – продольное критическое усилие, Н;

$\gamma_c = 0,75$ – коэффициент условий работы трубопроводов II категории,
 $\gamma_c = 0,6$ – коэффициент условий работы трубопроводов (участков) I категории;

Продольное осевое усилие определяется:

$$S = [(0,5 - \mu) \cdot \sigma_{кц} + \alpha \cdot E \cdot \Delta t] \cdot F,$$

(4.2.3.2)

где F – площадь поперечного сечения трубы, м²

$$F = \frac{\pi \cdot (D_n^2 - D_{вн}^2)}{4}, \quad (4.2.3.3)$$

Для прямолинейных участков подземного трубопровода в случае пластической связи трубы с грунтом продольное критическое усилие определяется из условия

$$N_{кр} = 4,09 \cdot \sqrt[1]{\rho_o^2 \cdot q_{верт}^4 \cdot F^2 \cdot E^5 \cdot J^3},$$

(4.2.3.4)

где J – осевой момент инерции поперечного сечения трубы,

$$J = \frac{\pi \cdot (D_n^4 - D_{вн}^4)}{64},$$

(4.2.3.5)

F – площадь поперечного сечения трубы, м²;

$E = 2,1 \cdot 10^6$ кгс/см² = 206000 МПа – модуль упругости;

ρ_o – сопротивление грунта продольным перемещениям отрезка трубопровода единичной длины;

$q_{верт}$ – сопротивление грунта поперечным вертикальным перемещениям отрезка трубопровода единичной длины, обусловленное весом грунтовой засыпки и собственным весом трубопроводов, отнесенное к единице длины, МН/м.

$$\rho_o = \pi \cdot D_n \cdot \tau_{нр},$$

(4.2.3.6)

где τ_{np} – предельные касательные напряжения по контакту трубопроводов с грунтом

$$\tau_{np} = \rho_{cp} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{cp} + C_{cp}, \quad (4.2.3.7)$$

где ρ_{cp} – среднее удельное давление на единицу поверхности контакта трубопроводов с грунтом;

φ_{cp} – угол внутреннего трения грунта для торфа – 7°, для глины – 18°;

C_{cp} – сцепление грунта, для торфа – 2,5 кПа, для глины – 35,0 кПа.

Значения показателей свойств грунта φ_{cp} , C_{cp} приняты по таблице 4.3 учебного пособия «Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов» П.И.Тугунов, В.Ф.Новосёлов, А.А.Коршак, А.М.Шаммазов.- Уфа: ДизайнПолиграф-Сервис, 2002.

$$\rho_{cp} = \frac{2 \cdot n_{cp} \cdot \gamma_{cp} \cdot D_n \cdot \left[\left(h_o + \frac{D_n}{2} \right) + \left(h_o + \frac{D_n}{2} \right) \cdot \operatorname{tg}^2 \cdot \left(45^\circ - \frac{\varphi_{cp}}{2} \right) + q_{mp} \right]}{\pi \cdot D_n}, \quad (4.2.3.8)$$

где γ_{cp} – удельный вес грунта, Н/м³;

$n_{cp} = 0,8$ – коэффициент надежности по нагрузке от веса грунта;

h_o – высота слоя засыпки до верхней образующей газопроводов-шлейфов трубопроводов равна 0,8 м;

q_{mp} – нагрузка от собственного веса заизолированных трубопроводов с перекачиваемым продуктом, Н/м;

$$q_{mp} = q_m + q_{uz} + q_{np},$$

(4.2.3.9)

где q_m – нагрузка от собственного веса металла трубы, Н/м

$$q_m = n_{cv} \cdot \gamma_m \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_n^2 - D_{вн}^2),$$

(4.2.3.10)

где $n_{cv} = 0,95$ – коэффициент надежности по нагрузкам от действия собственного веса;

$\gamma_m = 78500 \text{ Н/м}^3$ – удельный вес металла трубы;

D_n – наружный диаметр трубы, м;

$D_{вн}$ – внутренний диаметр трубы, м;

$q_{из}$ – нагрузка от собственного веса изоляции, Н/м

$$q_{из} = n_{св} \cdot \pi / 4 \cdot ((D_n + \delta)^2 - D_n^2) \cdot \rho_{из} \cdot g ,$$

(4.2.3.11)

где $\rho_{ин} = 1123$ – плотность изоляционного покрытия, кг/м³;

$g = 9,8$ – ускорение свободного падения, м/с²;

$q_{пр}$ – нагрузка от веса продукта, Н/м;

$$q_{пр} = n_{пр} \cdot \gamma_{пр} \cdot \frac{\pi \cdot D_{вн}^2}{4} ,$$

(4.2.3.12)

где $n_{пр} = 0,95$ м – коэффициент надежности по нагрузке от веса продукта;

$\gamma_{пр}$ – удельный вес транспортируемого продукта, Н/м³;

$\rho_{пр}$ – плотность продукта, кг/м³;

Результаты расчета сведены в таблицу 3.2.3.

Таблица 4.2.3.1 – Результаты проверки общей устойчивости трубопроводов в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы в случае пластической связи трубы с грунтом

Трубопровод, мм	P, МПа	F, м ²	S, МН	J, м ⁴	N _{кр} , МН	$\gamma_c \cdot N_{кр}$, МН
57x6	16,0	0,00096	0,047	0,00000031	0,075	0,0563
159x9	10,0	0,00424	0,231	0,00001196	0,495	0,3713

Условие $S \leq \gamma_c \cdot N_{кр}$ выполняется, следовательно, общая устойчивость трубопроводов в заданных условиях обеспечивается.

Продольное критическое усилие для прямолинейных участков подземных трубопроводов в случае упругой связи труб с грунтом определяется по формуле:

$$N_{кр} = 2 \cdot \sqrt{k_o \cdot D_n \cdot E \cdot J} , \quad (4.2.3.13)$$

где k_o – коэффициент нормального сопротивления грунта (коэффициент постели грунта при сжатии), составляющий 0,5 МН/м³ для торфа, 27,5 МН/м³ для суглинка.

Результаты расчета сведены в таблицу 4.2.3.2

Таблица 4.2.3.2 – Результаты проверки общей устойчивости трубопроводов в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы в случае упругой связи трубы с грунтом.

Трубопровод, мм	P, МПа	F, м ²	S, МН	J, м ⁴	N _{кр} , МН	$\gamma_c \cdot N_{кр}$, МН
57x6	16,0	0,00096	0,047	0,00000031	0,63	0,473
159x9	10,0	0,00424	0,231	0,00001196	6,56	4,920

Условие $S \leq \gamma_c \cdot N_{кр}$ выполняется, следовательно, общая устойчивость трубопроводов в заданных условиях обеспечивается.

Продольное критическое усилие упруго-изогнутых участков трубопроводов определено согласно гл. 3 п. 4 «Типовые расчеты при сооружении трубопроводов» Бабин Л.А., Григоренко П.Н., Ярыгин Е.Н. по формуле:

$$N_{кр} = \beta \cdot \sqrt{q_{верт}^2 \cdot E \cdot J}, \quad (4.2.3.14)$$

где β – коэффициент, который находится номограмме «Типовые расчеты при сооружении трубопроводов» Бабин Л.А., Григоренко П.Н., Ярыгин Е.Н) в зависимости от параметров θ и Z :

$$\theta = \frac{1}{\rho \cdot \sqrt[3]{q_{верт} / E \cdot J}}, \quad (4.2.3.15)$$

$$Z = \frac{\sqrt{p_0 \cdot F / q_{верт} \cdot J}}{\sqrt[3]{q_{верт} / E \cdot J}}, \quad (4.2.3.16)$$

Результаты расчета сведены в таблицу 4.2.3.3

Таблица 4.2.3.3 – Результаты проверки общей устойчивости трубопроводов в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы в случае пластической связи трубы с грунтом

Трубопровод, мм	P, МПа	θ	Z	β	S, МН	N _{кр} , МН	$\gamma_c \cdot N_{кр}$, МН
57x6	16,0	0,020	494	34	0,047	0,065	0,049
159x9	10,0	0,044	363	22	0,231	0,312	0,234

Условие $S \leq \gamma_c \cdot N_{кр}$ выполняется, следовательно, общая устойчивость упруго-изогнутых участков трубопроводов в заданных условиях обеспечивается.

4.3 Расчет земляных работ

В таблице 4.3.1 представлены исходные данные, необходимые для расчета земляных работ:

Таблица 4.3.1– Исходные данные для расчета земляных работ

	Супесь	Болота III типа	Болота II типа	Болота I типа
d ₁ /d ₂ - диаметр газопровода / метаноопровода, мм	159/57			
Глубина заглубления, h, м	0,8			
Длина участка траншеи, l, км	122	540	396	173
Коэффициент разрыхления, K _p	1,14	1,42		
Тип конструкции	-	понтон	слани	слани
Подсыпка, с, м	0,2	-		
Откос, β , °	63	28	40	45

Определяем объем земляных работ для первого участка

- 1) Ширина траншеи по дну согласно ГОСТ Р 55990-2014 п. 8.7 и п 9.3.5 при укладке нескольких трубопроводов в одну траншею определяется:

$$b = D_1 + D_2 + s + 300 \quad (4.3.1)$$

$$b = 159 + 57 + 300 + 500 = 1016 \text{ мм}$$

где s – расстояние между трубопроводами в одной траншее, s=500 мм

- 2) Глубина траншеи с учетом песчаной подсыпки под трубопроводом определяется:

$$h_T = d_1 + h + c \quad (4.3.2)$$

$$h_T = 159 + 800 + 200 = 1159 \text{ мм}$$

3) Длина основания трапеции

$$a = b + 2 \cdot h_T \cdot \text{ctg}\beta \quad (4.3.3)$$

$$a = 1016 + 2 \cdot 1159 \cdot \text{ctg}63^\circ = 2197 \text{ мм}$$

4) Площадь поперечного сечения трапецеидальной траншеи:

$$S = \frac{b+a}{2} \cdot h_T \quad (4.3.4)$$

$$S = \frac{2197 + 1016}{2} \cdot 1159 = 1,86 \text{ м}^2$$

5) Объем грунта в целике:

$$V_{\text{земли}} = S \cdot l \quad (4.3.5)$$

$$V_{\text{земли}} = 1,86 \cdot 122 = 226,92 \text{ м}^3$$

6) Фактический объем земляных работ:

$$V_{\text{суп}} = V_{\text{земли}} \cdot K_p \quad (4.3.6)$$

$$V_{\text{суп}} = 226,92 \cdot 1,14 = 258,7 \text{ м}^3$$

Аналогичным образом определяется объем для остальных участков. Результаты представлены в таблице 4.3.2.

Таблица 4.3.2 – Результаты объемов земляных работ на всех участках.

	Супесь	Болота III типа	Болота II типа	Болота I типа
V, м ³	258,7	2070,4	1164	464,3

4.4. Расчет объемов грунта, который необходимо привезти, вывести.

1) Объем трубопроводов:

$$V_{\Gamma} = \pi \cdot d_1^2 \cdot \frac{l}{4}; \quad V_{\text{М}} = \pi \cdot d_2^2 \cdot \frac{l}{4}$$

$$V_{\Gamma} = 3,14 \cdot 0,159^2 \cdot \frac{122}{4} = 2,42 \text{ м}^3$$

$$V_M = 3,14 \cdot 0,057^2 \cdot \frac{122}{4} = 0,3 \text{ м}^3$$

2) Объем грунта, необходимого на подсыпку:

- Определяем верхнюю образующую подсыпку:

$$p = b + 2 \cdot C \cdot ctg\beta$$

$$p = 1,016 + 2 \cdot 0,559 \cdot 0,51 = 1,586 \text{ м};$$

где b – ширина траншеи по дну равная 1016 мм;

C – глубина подсыпки, равная 0,4+0,159 м;

β – угол откоса, равный 63° ;

- определяем площадь:

$$S_{\Pi} = \frac{1,586 + 1,016}{2} \cdot 0,559 = 0,73 \text{ м}^2;$$

- объем грунта в целике:

$$V_{\text{ц}} = 0,73 \cdot 122 - 2,42 - 0,3 = 86,34 \text{ м}^3;$$

- фактический объем грунта:

$$V_{\text{факт}} = 86,34 \cdot 1,14 = 98,43 \text{ м}^3;$$

- объем грунта для заполнения КТ-500Т

$$V_{\text{КТ}} = 1,1 \cdot 4 = 4,4 \text{ м}^3.$$

3) Объем грунта, который необходимо привезти для подсыпки трубопровода:

$$V_{\text{факт}} = V_{\text{факт}} \cdot K_{\text{рпеска}}$$

$$V_{\text{факт}} = 98,43 \cdot 1,17 = 115,16 \text{ м}^3$$

4) Объем грунта, который необходимо вывезти:

$$V_{\text{выв}} = S_{\Pi} \cdot l = 0,73 \cdot 122 \cdot 1,14 = 101,53 \text{ м}^3;$$

Данный грунт принято разравнивать вдоль траншеи.

4.6 Обоснование потребности строительства в кадрах

Строительство объекта ведется в необжитом и удаленном районе, в связи с этим целесообразно применять вахтовый метод строительства, предусматривающий выполнение работ силами регулярно сменяемых подразделений из состава строительных организаций, расположенных в обжитых районах.

Вахтовый метод - это особая форма организации работ, основанная на использовании трудовых ресурсов вне места их постоянного жительства, когда экономически нецелесообразно ежедневное возвращение работников к месту постоянного проживания населения из-за тяжелых природно-климатических условий. Работа организуется по специальному режиму труда, как правило, при суммированном учете рабочего времени, а между-вахтовый отдых предоставляется в месте постоянного жительства работников.

Проектом предусмотрена доставка вахтовых рабочих из г. Томска автотранспортом до п.Чажемто, далее вертолетом до [REDACTED]. Расстояние от вертолетной площадки до места проживания строительной организации 2км.

Численность рабочих определена по нормативной трудоемкости работ, нормативной продолжительности смены при односменном режиме работ

$$n = \frac{N}{T_H \times t \times c}$$

где N – нормативная трудоемкость, чел.ч;

T_H – продолжительность строительства, мес;

t – количество отработанных часов в месяц (312 ч).

c – количество смен.

Нормативная трудоемкость определена по сметным расчетам (приложения №и №) сметам.

Работы выполняются вахтовым методом в одну смену с 12-часовым рабочим днем при 26 рабочих днях в месяц (312час).

Количество рабочих составит на строительстве газопровода:

$$n = 9377 / 1,7 / 312 = 18 \text{ чел}$$

Количество рабочих составит на строительстве метанолопровода:

$$n = 3718 / 1,5 / 312 = 8 \text{ чел}$$

Земляные работы учтены при сооружении газопровода. Метанолопровод прокладывается в одной траншее с газопроводом.

4.7 Обоснование потребности строительства в строительных машинах, механизмах и транспортных средствах и топливе

Разработку траншеи в равнинно-холмистой местности рекомендуется производить одноковшовыми экскаваторами с ковшом объемом 0,65-1,25 м³ типа ЕТ-26-20, ввиду того, что конструкция ходовой тележки предусматривает возможность установки уширенных башмаков, что обеспечивает снижение удельного давления на грунт и улучшает условия работы на слабых и переувлажнённых. Засыпку траншеи – бульдозером Б-10М-болотоходной модификации (для работ на грунтах с низкой несущей способностью). Разработка траншеи на болоте II выполняется экскаватором со сланей или на уширенных гусеницах. Разработка траншеи на болоте III выполняется экскаватором с понтона. Трубоукладчик ТР12.22.01 предназначен для укладки трубопроводов в траншею, сопровождения очистных и изоляционных машин, а также для выполнения различных подъемно - транспортных работ при строительстве трубопроводов с наружным диаметром до 720 мм на грунтах обычных и с пониженной несущей способностью и подъема и перемещения единичных грузов. В качестве базы для трубоукладчика взят Т10МБ.0121 – болотоходная модификация трактора с ходовой частью тележечного типа.

При применении изолированных труб необходимо тщательно разработать транспортную схему с целью минимизации перевалочных пунктов и сроков открытого хранения труб. Типы транспортных средств для перевозки труб выбирают в зависимости от условий перевозок в соответствии с проектом производства работ. Перечень машин и механизмов, используемых в процессе строительства представлен в таблице 4.7.1.

Таблица 4.7.1 – Перечень машин и механизмов.

Наименование механизмов	Рекомендуемая марка стр.машин	Всего, маш. час	Кол-во единиц техники, шт	Расход ГСМ, кг/маш.час.		Всего расход, т	
				Бензин	Диз.топливо	Бензин	Диз.топливо
Агрегаты наполнительно-опрессовочные до 70 м3/ч		806,7	2		13,40		10,81
Агрегаты наполнительно-опрессовочные до 300 м3/ч		2,0			28,00		0,06
Агрегаты сварочные двухпостовые для ручной сварки на тракторе 79кВт		669,6	2		8,85		5,93
Агрегаты сварочные четырехпостовые для ручной сварки на тракторе 132кВт		52,0	1		11,00		0,57
Аппарат для газовой сварки и резки		45,7	1				
Аппараты рентгено-дефектоскопические		102,1	1				
Бульдозеры до 96 кВт	Б10М	149,0	1		9,56		1,42
Дефектоскопы ультразвуковые		6,0	1				
Краны на автомобильном ходу 10т	КС-3562Б	553,9	2		6,49		3,59
Краны на гусеничном ходу до 16 т	МКГ-16М	34,0	1		6,72		0,23
Лаборатории для контроля сварных соединений высокопроходимые, передвижные		121,3	1	22,6		2,74	
Машины шлифовальные электрические		79,2	2				
Понтоны: 40т		368,0					
Спецавтомашины грузоподъемностью до 8 т, вездеходы		2,0	1	4,2		0,01	
Тракторы на гусеничном ходу с лебедкой 132 кВт	ХТЗ-17221	772	2		11,80		9,11
Трубоукладчики до 400мм гр/п 6,3т	ТБ-2	215,0	2		5,94		1,28

Трубоукладчики гр/п до 12,5т	ТР12.22.01	644,4	2		9,86		6,35
Установки для сварки ручной дуговой (пост.тока)		12,9	1				
Фотолаборатория типа «Soulus Schall»		67,4	1				
Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу 0,65 м3	ЕТ-26	550,0	2		7,7		4,24
Электростанции передвижные		6,7	1		6,9		0,05
Итого расход топлива						2,75	43,63

Всего потребность в топливе для машин и механизмов, применяемых для строительства объекта кроме автосамосвалов для перевозки грунта, согласно таблице 4.7.1 составит:

- бензин – 2,75 т;
- дизельное топливо – 43,63 т.

Потребность в автосамосвалах рассчитана по формуле в зависимости от объема перевозимого грунта, расстояния доставки или вывозки грунта, производительности техники приведен в таблице 4.7.2

Таблица 4.7.2 – Расчет необходимого количества автосамосвалов

Наименование	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Потребность в автосамосвалах определяется по формуле, где:		$N=Q/(П*Т_о)$
Q - объем грунта, необходимого для строительства, м3		
П - производительность техники (количество перевозимого грунта одной единицы техники за смену), м3		
Т _о - продолжительность возки, час		
Объем перевозимого грунта	м3	119,56
Производительность определяется по формуле:		$П=(Т*q*K_{вр})/(2*L/V + t_{пр})$
где :		
Т - продолжительность смены	час	11

g - объем грунта на единицу техники : 14:1,6=8,75 м3. Объем кузова 8,5 м3	м3	8,5
Квр - коэффициент использования времени		0,9
L - дальность перевозки грунта	км	20
V -средняя скорость движения автосамосвала при транспортировке	км/ час	30
tпр - время на прочие работы, состоит из:		
• установка самосвала под погрузку - 30сек.	мин	0,5
• ожидание самосвала у экскаватора -18 сек	мин	0,3
• продолжительность погрузки самосвала 3...5 мин	мин	5
• установка самосвала под разгрузку -24сек	мин	0,4
• продолжительность разгрузки самосвала 3...6 мин	мин	6
• пропуск встречного транспорта -60 сек	мин	1
· $t_{пр}=(0,5+0,3+5+0,4+6+1) /60=0,22$ час.	час	0,22
Количество перевозимого грунта одной единицей техники в смену		
$P=11*8,5*0,9/(2*20/30+0,22);$	м3	54,17
Необходимое количество автосамосвалов		
в течение:	дн	3
$N=119,56/(54,17*3дн)=1$ самосвал	шт	1

Расчет выполнен для самосвалов марки Камаз-65111 грузоподъемностью 14т, объемом кузова 8,2 м3. Данные $t_{пр}$ приняты из справочника строителя под ред. А. К. Рейша (земляные работы). Потребность в дизельном топливе в таблице 4.7.3

Таблица 4.7.3 – Потребность в дизельном топливе

Самосвалы		Дизельное топливо	
Время возки, день.	Кол-во, шт	Расчет (6,65 кг/маш. час.)	Кол-во, т
3	1	$6,65*11\text{ час}*3\text{ дн}/1000$	0,22

Следовательно, всего потребность:

- в бензине – 2,75 т
- в дизельном топливе – $43,63+0,22 = 43,85$ т

Расход масел и смазки принимается проектом организации строительства из расчета нормы расхода на 100 л топлива (Пособие по расчету ГСМ):

- моторное масло – 3,2 л
- трансмиссионные масла – 0,4 л
- специальные масла – 0,1 л
- пластичные смазки – 0,3 кг

Итого расход масел и смазки получается:

моторное масло:

$$V=3,2 \text{ л} \cdot (2,75/0,7+43,85/0,8)/100= 1,88 \text{ л}$$

трансмиссионные масла:

$$V=0,4 \text{ л} \cdot (2,75/0,7+43,85/0,8)/100=0,23 \text{ л}$$

-специальные масла:

$$V=0,1 \text{ л} \cdot (2,75/0,7+43,85/0,8)/100=0,06 \text{ л}$$

-пластичные смазки:

$$V=0,3 \text{ кг} \cdot (2,75/0,7+43,85/0,8)/100=0,18 \text{ кг}$$

4.8 Обоснование потребности строительства в электрической энергии, воде

Электроснабжение строительства предусматривается осуществлять от передвижной дизельной электростанции. Расход электроэнергии, необходимый для строительства данного объекта, определен на основании приложения 9, п.8 Методических рекомендаций по применению ТЕР-2001 на территории Томской области из расчета на 1 млн.руб. – 10,9 тыс. кВт-ч.

Вода на хозяйственные нужды – привозная в емкостях. Воду на питьевые нужды следует предусматривать привозной в герметически закрытых бутылках (рекомендуется «Ключевая вода» емкостью 19л ТУ 0131-002-85250856-11). Данная вода не требует кипячения.

Расчет воды на хозяйственно – питьевые нужды в сутки определен согласно МДС 12-46.2008 по формуле:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_x \cdot \Pi_p \cdot K_{\text{ч}}}{3600t} + \frac{q_d \cdot \Pi_d}{60t_1},$$

где: q_x - 15 л - удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности работающего;

Π_p - численность работающих в наиболее загруженную смену (80%-служащие и ИТР, 70%-рабочие);

$K_{\text{ч}} = 2$ - коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$q_d = 30$ л - расход воды на прием душа одним работающим;

Π_d - численность пользующихся душем (до 80 % Π_p);

$t_1 = 45$ мин - продолжительность использования душевой установки;

$t = 12$ ч - число часов в смене.

Расход воды для пожаротушения на период строительства $Q_{\text{пож}} = 5$ л/с.

Таблица 4.8.1- Потребность в энергоресурсах и воде

№№ п/п	Наименование	Един.изм.	Кол-во
1	Электроэнергия 10,9 тыс.кВт-ч*(1,913+0,718) млн.руб.	тыс.кВт-ч	28,7
2	Потребность в воде на хозяйственно – бытовые нужды в наиболее загруженную смену:		
	$(15*(26*0,7+2*0,8)*2)/(3600*12)+(30*(26*0,7+2*0,8))/(60*45)=0,29$ л/с	л/с	0,23
3	Потребность в воде на случай пожаротушения	л/с	5
4	Расход воды на проведение предварительных гидравлических испытаний линейных трубопроводов:	м3	45,4

4.9 Обоснование потребности строительства во временных зданиях и сооружениях

В момент выполнения строительно-монтажных работ на площадке строительства предусматриваются временные здания строителей хозяйственно - производственного, складского и административно – бытового назначения, площадки для стоянки строительной техники.

Для обеспечения социально-бытовыми работниками в качестве мобильных зданий рекомендуется использовать вагон-дома типа «Италмас», «Ермак» и т.п., которые спроектированы и изготовлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми климатическими условиями Крайнего Севера, оснащены всем необходимым инженерным оборудованием и способны обеспечить необходимый комфорт рабочим всех категорий.

Данные мобильные здания и сооружения следует расположить на свободной от застройки территории за пределами опасных зон.

Расстояния от рабочего места до зданий административного и санитарно-бытового назначений не должны превышать норм, приведенных согласно требованиям Федерального закона № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. СНиП 2.09.04-87* "Административные и бытовые здания ", СанПиН 2.2.3.1384-03 п.12.17:

- до пунктов питания - не более 300 м;
- до пунктов с питьевой водой - не более 75 м;
- до помещений для обогрева работающих - не более 150 м;
- до санузлов - не более 150 м;
- до гардеробных, душевых, умывальных - не более 500 м.

Потребности помещений административно-бытового назначения определяется исходя из численности работающих в наиболее многочисленную смену (для рабочих - 70 %, а для ИТР, служащих, МОП и охраны – 80 %).

Согласно СанПиН 2.2.3.1384-03 состав санитарно-бытовых помещений определен с учетом группы производственного процесса и их санитарной характеристики.

Группы производственного процесса основных рабочих:

1б - Летний период (Процессы, вызывающие загрязнения веществами 3- и 4-го классов опасности тела и спецодежды) (рабочие – строители);

2г- Зимний период – (Процессы, вызывающие загрязнения веществами 3- и 4-го классов опасности тела и спецодежды, при температуре воздуха до 10 °С, включая работы на открытом воздухе) (рабочие – строители);

3б - (Процессы, вызывающие загрязнение веществами 1 и 2 классов опасности, а также веществами, обладающих стойким запахом: тела и спецодежды) (Радиографы по гамма-дефектоскопии с источниками ионизирующего излучения по проверке сварных швов, трубопроводов)

Численность работающих в наиболее многочисленную смену принята для рабочих 70%, ИТР-80%. Наиболее многочисленная смена 26 человек
 Потребные площади временных зданий и сооружений, находящихся на площадках строительства, рассчитаны на максимально загруженный период и приведены в табл.11.5.1 согласно МДС 12-46.2008 (п.4.14.4) и СанПиН 2.2.3.1384-03.

Таблица 4.9.1 Временные здания и сооружения

№ п/п	Наименование сооружений	Нормативный показатель площади, м2/чел	Количество работающих, чел.	Требуемая площадь, м2	Количество вагонов	Примечание
1	2	3	4	5		6
Помещения санитарно – бытового назначения						
1	Комната приема пищи 26*0,7+2*0,8	0,45	20	9	1	Вагон-дом ТОРОС 3.06
2	Гардеробная	0,7	26	18,2	1	
3	Помещение для обогрева рабочих	0,1	18	1,8	1	Вагон обогрева «Спутник- 26У»
4	Сушилка для одежды и обуви	0,2	18	4	1	Италмас Р.8.25.303
5	Мобильный туалет (N*0,1)		20	2	-	В вагоне «Спутник-26У»

Продолжение таблицы 4.9.1

6	Умывальная	0,2	20	4	-	Мойка в сушилке Р.8.25.303 и в «Спутник-26У»
7	Душевые	0,54	18	9,8	1	Вагон-дом душевая Италмас Р.8.25.06.01
	Служебные помещения					
	Здание административного назначения	2	4	8	1	«Ермак» 804

Таблица 4.9.2 – Расчет санитарно-технического оборудования

Гр. пр. проц.	Число работающих, всего			Число работающих в наиболее многочисленную смену			Нормируемое количество работающих		Расчетное количество					
									душ. сеток			кранов в умывальных		
	Всего	муж.	жен.	Всего	муж.	жен.	на 1 душевую сетку	на 1 кран	Всего	муж.	жен.	Всего	муж.	жен.
2г,3б	26	26	0	18	18	0	5	20	4	4	0	1	1	0

Таблица 4.9.3 – Расчет гардеробных шкафов

Группа произв. процесса.	Число работающих.			Нормируемый			Принятые по расчету			Принятые по проекту			
	Всего	муж.	жен.	Тип гардеробных	Число отделений шкафа на 1 человека	Тип гардеробных	Число шкафов или отделений шкафа			Тип гардеробных	Число шкафов или отделений шкафа		
							всего	муж	жен.		всего	муж.	жен.
2г,3б	26	26	0	р	2	р	52	52	0	р	52	52	0
	25	25	0	р	2	р	50	50	0	р	50	50	0

Все бытовые помещения, расположенные на строительной площадке, должны быть оборудованы аптечками первой помощи. Подходы к ним должны быть легкодоступны, не загромождены строительными материалами, оборудованием и коммуникациями.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Для данной работы целью является оценка и влияние типа изоляционного материала на тепловые потери.

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

В процессе разработки решения какой-либо проблемы одной из основных составляющих успешного его применения является оценка ресурсоэффективности и ресурсосбережения предполагаемой технологии. Рассмотрев вопрос повышения эффективности строительства промышленного газопровода на заболоченной местности, необходимо теперь задаться вопросом коммерческой ценности данной технологии. Это позволит определить, получит ли технология востребованность на рынке и насколько значительный бюджет потребуется организации для её внедрения по сравнению с уже используемыми технологиями.

Таким образом, целью данного раздела работы является анализ предлагаемой технологии с точки зрения коммерческой эффективности. Для достижения поставленной цели рассмотрены следующие главы.

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Анализ потребителей результатов исследования осуществляется путем определения целевого рынка, на котором будет продаваться разработка и проведения его сегментирования. Целевыми потребителями разработки являются предприятия газовой промышленности, занимающиеся эксплуатацией промышленных газопроводов. Особый интерес данная технология вызовет у компаний, занимающихся строительством промышленных газопроводов в заболоченной местности.

Ввиду актуальности проблемы строительства промышленных газопроводов в заболоченной местности, технология будет востребована. Сегментировать рынок услуг по строительству промышленных трубопроводов можно по следующим критериям: географическое положение и геологические условия участков трубопровода (грунтовые условия, заболоченность местности, участки вечной мерзлоты и др.); применяемая строительная техника; вид балластирующих устройств; диаметр трубопровода; размер компании заказчика.

При продвижении технологии следует ориентироваться на предприятия, эксплуатирующие участки промышленных газопроводов любых диаметров.

5.1.2 Анализ конкурентный технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ позволит своевременно внести коррективы в исследование, чтобы успешнее противостоять соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ технических решений конкурентов с позиции ресурсоэффективности и

ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности разработки и определить направления её будущего развития.

Наиболее целесообразно сравнивать технологию строительства промышленного газопровода с применением высокоплотных материалов (железобетонные, чугунные, шлакобетонные) (К1), потому как данная технология самая распространенная, с применением анкерных устройств (К2), из-за перспективности применения метода в районах вечномёрзлых грунтов, с применением текстильных контейнеров (К3), из-за перспективности применения метода в условия заболоченной местности. Результаты представим в виде оценочной карты (табл. 5.1.2), где оценивание технологий приведено по пятибалльной шкале: 1 – наиболее слабая позиция, 5 – наиболее сильная.

Таблица 5.1.2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б1	Б2	Б3	К1	К2	К3
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Повышение производительности труда пользователя	0,09	4	3	4	0,36	0,27	0,36
2. Удобство в эксплуатации	0,08	4	4	5	0,32	0,32	0,4
3. Помехоустойчивость	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
4. Энергоэкономичность	0,09	3	4	5	0,27	0,36	0,45
5. Надежность	0,08	4	5	5	0,32	0,36	0,36
6. Уровень шума	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
8. Простота эксплуатации	0,07	3	4	5	0,21	0,28	0,35
9. Функциональная мощность	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность технологии	0,05	3	5	5	0,15	0,25	0,25

Уровень проникновения на рынок	0,03	3	4	5	0,09	0,12	0,15
Цена	0,06	4	4	5	0,24	0,24	0,3
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
Послепродажное обслуживание	0,08	3	4	3	0,24	0,32	0,24
Финансирование научной разработки	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
Наличие сертификации разработки	0,01	5	5	5	0,05	0,05	0,05
итого	1	60	69	72	3,71	4,06	4,22

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot V_i \quad (5.1.2)$$

где V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -ого показателя.

Приведенная таблица наглядно демонстрирует уязвимые места как собственной исследуемой технологии, так и технологий конкурентов, и позволяет выделить преимущества и недостатки. В результате анализа полученных данных можно сделать вывод, что технология строительства с применением текстильных контейнеров превышает как по многим показателям в отдельности, так и по итоговому баллу в целом альтернативные методы строительства.

Показатель конкурентоспособности предлагаемой технологии наиболее приближен к 5, что доказывает необходимость глобального её внедрения на рынок.

Слабостями высокоплотных материалов являются энергоэкономичность и простота эксплуатации, метод строительства с применением анкерных устройств по своей функциональной мощности и производительности труда значительно отстает от остальных вариантов, из-за своего профильного применения на вечномерзлых грунтах. В свою

очередь, текстильные контейнеры опережают своих конкурентов практически по всем показателям, благодаря профильному использованию на заболоченной местности. Таким образом, необходимо внедрить предлагаемую технологию на рынок, обусловив это перечнем сильных сторон технологии.

5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (Quality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и её перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Оценим метод строительства промышленного газопровода с применением текстильных контейнеров по технологии QuaD (табл. 5.1.3).

Таблица 5.1.3. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы максимальный балл	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5·2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
Энергоэффективность	0,1	95	100	0,95	0,095
Надежность	0,1	90	100	0,90	0,09
Уровень материалоемкости	0,07	95	100	0,95	0,0665
Уровень шума	0,03	90	100	0,90	0,027
Безопасность	0,1	90	100	0,90	0,09
Простота эксплуатации	0,07	95	100	0,95	0,0665
Функциональная мощность	0,05	95	100	0,95	0,0475
Унифицированность	0,07	80	100	0,80	0,056
Помехоустойчивость	0,05	80	100	0,80	0,045
Ремонтопригодность	0,03	85	100	0,85	0,0255
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность технологии	0,09	95	100	0,95	0,0855

Уровень проникновения на рынок	0,04	95	100	0,95	0,038
Перспективность рынка	0,05	90	100	0,90	0,045
Цена	0,07	85	100	0,85	0,0595
Послепродажное обслуживание	0,07	70	100	0,70	0,049
Наличие сертификации разработки	0,01	90	100	0,90	0,09
Итого	1	1420	1600		0,886

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot V_i \quad (5.1.3)$$

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

B_i – средневзвешенное значение i -ого показателя

V_i – вес показателя (в долях единицы)

Полученный результат является достаточно перспективным – 88,6%, что говорит о больших возможностях в реализации рассматриваемого проекта (результат от 80 до 100 процентов по технологии QuaD говорит о перспективности проекта, а значит его целесообразности для реализации).

5.1.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На первом этапе необходимо определить сильные и слабые стороны технологии, выявить возможности и угрозы для её реализации (табл. 5.1.4.5).

Таблица 5.1.4.1 Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон

	C1	C2	C3	C4
B1	+	+	0	-
B2	0	0	+	+
B3	+	+	0	+

Таблица 5.1.4.2. Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон

	Сл1
B1	+
B2	-
B3	+

Таблица 5.1.4.3 Интерактивная матрица угроз и сильных сторон

	C1	C2	C3	C4
У1	+	+	0	-
У2	+	+	-	+
У3	0	0	+	+

Таблица 5.1.4.4. Интерактивная матрица угроз и слабых сторон

	Сл1
У1	-
У2	0
У3	+

SWOT-анализ позволил выявить слабые и сильные стороны проекта, которые могут быть учтены в соответствии с имеющимися возможностями и угрозами. Так, энергоэффективность и рациональность использования ресурсов данной технологии позволит продвинуть её на рынке за счёт разработки сразу нескольких месторождений, но для этого необходимо будет доказать потенциальному потребителю эффективность метода, потому как возможное их нежелание смены привычных методов является самой большой угрозой. Перспективы проекта заключаются в том, что любая компания захочет повысить эффективность своего труда, снизить эксплуатационные затраты и рационализировать производство, нужно лишь доказать ей выгодность и

необходимость данной модернизации.

Таблица 5.1.4.5. Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Более низкая стоимость оборудования по сравнению с другим балластирующим оборудованием</p> <p>С2. Более низкая стоимость транспортировки оборудования</p> <p>С3. Простота эксплуатации</p> <p>С4. Широкий выбор оборудования различного веса</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Более высокая стоимость при применении в районах, далеко расположенных от песчаных карьеров</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Разработка месторождений в районах, где невозможна транспортировка тяжелого балластировочного оборудования</p> <p>В2. Более быстрое строительство трубопроводов</p> <p>В3. Новые строительные организации с малой материально-технической базой</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшение затрат на строительство трубопроводов • Ускорение строительства за счет использования песка с одного карьера для нескольких операций 	<ul style="list-style-type: none"> • Заполнение контейнеров грунтом, приближенным по свойствам с песком
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Разработка более усовершенствованной технологии</p> <p>У2. Нежелание потенциальных потребителей менять производство на предлагаемую технологию</p> <p>У3. Развитая конкуренция технологий производства</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Исследование новых теоретических и практических методов • Создание экономически-выгодных отношений с строительными компаниями 	<p>Использование другого оборудования</p>

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевые графики проекта. Линейный график представлен в таблице 5.2.1

Таблица 5.2.1.1 Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Исполнитель
Введение	5	28.03.19	02.04.19	Руководитель, бакалавр
Постановка цели и задач исследования, актуальность, научная новизна	15	03.04.19	18.04.19	Руководитель, бакалавр
Литературный обзор	20	19.04.19	09.05.19	бакалавр
Расчетная часть	12	10.05.19	22.05.19	Руководитель, бакалавр
Анализ результатов	15	23.05.19	07.06.19	Руководитель, бакалавр
Оформление пояснительной записки	6	08.06.19	14.06.19	бакалавр
Итого	73			

Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады (таблица 5.2.1.2).

Таблица 5.2.1.2. Диаграмма Ганта

Вид работ	Исполнители	Тк, раб. Дн	Продолжительность выполнения работ											
			Март			Апрель			Май			июнь		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Выдача здания диплома	Бакалавр				■									
	Руководитель				■									
Постановка цели и задач исследования, актуальность, научная новизна	Бакалавр				■	■								
	Руководитель				■	■								
Литературный обзор	Бакалавр					■	■	■						
Расчетная часть	Бакалавр								■	■				
	Руководитель								■	■				
Анализ результатов	Бакалавр										■	■		
	Руководитель										■	■		
Оформление пояснительной записки	Бакалавр												■	■
			■	- бакалавр			■	- руководитель						

5.3 Бюджет научно-технического исследования

Составляем таблицу затрат на специальное оборудование и материальные ресурсы (таблица 5.3.1).

Оценивая ресурсоэффективность предлагаемой технологии, необходимо провести сравнительный анализ предполагаемых затрат относительно двух других технологий транспортировки ВВН. Поскольку заработная плата для работников будет одинаковой во всех трех случаях, её значение останется постоянным и не будет учитываться в сравнительном анализе. Необходимо рассчитать материальные затраты для каждого метода.

Для всех технологий строительства (исп. 1 – КТ, исп. 2 – Анкер, исп. 3 – УТК) затраты будут складываться из стоимости оборудования, специального оборудования, и его транспортировки.

Таблица 5.3.1. Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Количество			Цена за ед., тыс. руб.*			Затраты на материалы, тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Оборудование	шт.	4	3	10	6,9	10,3	7,6	27,6	30,9	76
Транспортные средства/топливо	шт./т	1/0,25	1/0,22	22/2	47,5	47,5	47,5	11,9	10,45	2090
ИТОГО:								39,5	41,35	2166

Таблица 5.3.2 Расчёт затрат на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб			Общая стоимость		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Бункерное устройство	1	-	-	4	-	-	4	-	-
2	Гидромотор для экскаватора	-	1	-	-	80	-	-	80	-
	Итого							4	80	-

Таким образом, суммарные затраты по исполнениям составляют: $Z_{исп1} = 43,5$ тыс. руб, $Z_{исп2} = 121,35$ тыс. руб, $Z_{исп3} = 2166$ тыс. руб. Предлагаемая технология занимает последнюю позицию по затратам. Это обусловлено тем, что транспортировка по заболоченной местности очень дорога, и допускает передвижение только легко наполненных транспортных машин, поэтому для УТК берется 22 транспортных средств.

Анкерные устройства будут ненамного уступать КТ, если у строительной организации будет в наличии экскаватор с гидромотором.

5.4 Определение ресурсной, 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 вариантов исполнения научного исследования (табл. 5.4.1).

Таблица 5.4.1. Бюджет НТИ

Наименование статьи	Сумма, тыс, руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Материальные затраты НТИ	39,5	41,35	2166
Затраты на специальное оборудование	4	80	
Затраты по основной и дополнительной заработной плате	const	const	const
Отчисления во внебюджетные фонды	const	const	const
Бюджет затрат НТИ	43,5	212,35	2166

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (5.4.1)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения аналогов НТИ.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки.

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (5.4.2)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i - весовой коэффициент i -го параметра;

b_i - бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n - число параметров сравнения

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы 5.4.2.

Таблица 5.4.2. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Способствует росту производительности труда	0,1	5	5	3
Удобство в эксплуатации	0,5	5	4	3
Помехоустойчивость	0,5	4	4	4
Энергосбережение	0,2	5	5	3
Надежность	0,25	5	4	4
Материалоемкость	0,15	5	4	5
Итого	1	7,6	7,1	6,15

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}} \quad (5.4.3)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} \quad (5.4.4)$$

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

$I_{\text{исп1}}$ - интегральный показатель разработки;

$I_{\text{исп2}}$ - интегральный технико–экономический показатель аналога.

Таблица 5.4.3. Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,02	0,1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	7,6	7,1	6,15
3	Интегральный показатель эффективности	380	71	6,15
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнителя	61.8	11,5	1

В ходе выполнения данной части выпускной квалификационной работы были выявлены потенциальные потребители результатов исследования, произведён анализ конкурентных технических решений исследования и выявлены преимущества каждого метода в QuaD-технологии. С помощью SWOT-анализа были оценены сильные и слабые стороны проекта, угрозы и возможности развития.

6. Социальная ответственность

Для эффективного и безопасного проведения работ, связанных со строительством трубопроводов организации, проводящей работы, необходимо реализовывать на практике принципы социальной ответственности. Ответственность (добросовестность, дисциплинированность) – субъективная обязанность руководителя организаций (компаний, корпораций, бизнеса) отвечать за поступки и действия, а также их последствия.

При строительстве трубопровода, работник, осуществляющий данный вид работы, сталкивается с вредными (превышение уровня вибрации, превышение уровня шума, отклонение параметров климата (зимний период) и опасными производственными факторами (давление (разрушение аппарата, работающего под давлением) электрический ток, пожароопасность).

В данном разделе дипломной работы произведено описание мер по обеспечению благоприятных условий для работы машиниста при строительстве трубопровода

Деятельность машиниста складывается из двух компонентов: управление захватом, укладкой труб, переносом грунта и управление ходом машины (при перемещении ее по стройплощадке и при перегонах машины на другие строительные объекты). Машинист непосредственно не взаимодействует с предметом труда. Каждый рабочий цикл по переносу грунта достаточно короткий, но непрерывно повторяющийся.

6.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасные и вредные факторы сведены в таблицу 1:

Таблица 1 – Выявленные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Вибрации	+	+	+	ГОСТ 12.1.012-90. Вибрационная безопасность. Общие требования.
	+			
Шум	+			СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003*[10]
Давление	+	+	+	ГОСТ 356-80 (СТ СЭВ 253-76) Арматура и детали трубопроводов. Давления номинальные, пробные и рабочие.
Поражение электрическим током	+			ГОСТ 50571_3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. *[12]
Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 [9]; СанПиН 2.2.4.548-96 [12].

6.1.1 Уровень вибрации

Вибрации – это механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем, передаваемые телу человека или отдельным его участкам. Вибрация действует практически на весь организм, но больше всего страдает от воздействия вибрации нервная система, также вестибулярный аппарат, анализаторы (тактильный зрительный). При заболевании начинается: неправильная координация движений, головокружения, тошнота, ухудшения зрения до 40 %. В особенности очень опасна толчкообразная вибрация тем что,

могут быть микротравмы различных тканей, в некоторых случаях до их разрыва [18].

Вибрационная болезнь продолжает занимать одно из ведущих мест среди всех профессиональных заболеваний.

Машиниста защищает от вибрации: снижение виброактивности машины; отстройка от резонансных частот; вибродемпфирование; виброгашение; повышение жесткости системы; виброизоляция; виброзащитные подставки; виброзащитные сидения; виброзащитные рукояти; средства индивидуальной защиты: виброзащитные рукавицы, виброзащитная обувь [19].

6.1.2 Уровень шума

При воздействии шума снижается острота слуха, изменяется кровяное давление, ослабляется внимание, ухудшается зрение, происходят изменения в двигательных центрах, что вызывает определенное нарушение координации движений. Кроме того, значительно увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке. Интенсивный шум является причиной функциональных изменений сердечнососудистой системы, желудка и ряда других функциональных нарушений в организме человека. Особенно неблагоприятное воздействие шум оказывает на нервную и сердечно-сосудистую системы. Весь комплекс изменений, возникающих в организме человека при длительном воздействии шума, следует рассматривать как “шумовую болезнь”. В период строительства проектируемых объектов источниками шумового воздействия являются строительная техника и механизмы, работающие одновременно на строительной площадке. Строительная техника и механизмы, используемые при проведении работ, должны соответствовать требованиям санитарных норм [20].

При работе строительной техники являющимся источником интенсивного шума для повышения эффективности защиты рекомендуется использовать комбинацию нескольких типов средств индивидуальной защиты от шума, например, противозумные наушники Optime II ГОСТ 12.4.208-99, накладки.

Наушники Optime II предназначены для применения в условиях опасных уровней шума и обеспечивают высокую противозумовую эффективность, особенно в низкочастотной полосе шумов [21].

При выполнении технологических процессов следует использовать механизмы и машины с минимальными динамическими нагрузками. Большое значение для снижения уровней шума и вибрации имеет правильная эксплуатация механизмов, своевременное проведение профилактических ремонтов и качественный монтаж.

При необходимости снижения уровня шума машин следует применять следующие меры:

- технические средства борьбы с шумом (применение технологических процессов с меньшим шумообразованием);
- защитные акустические устройства (шумоизоляцию, ограждения, специальные помещения для источников звука);
- организационные мероприятия (выбор режима работы, ограничение времени работы).

Зоны с уровнем звука выше 85 дБА должны быть обозначены знаками безопасности, работающие в этих зонах, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты.

При необходимости, в случае превышения допустимого уровня звука для звукоизоляции двигателей машин, целесообразно применять защитные кожухи и капоты с многослойными покрытиями, применением резины, поролонa. За счет применения изоляционных покрытий и приклейки виброизолирующих матов и войлока шум можно снизить на 5 дБА. Для изоляции локальных источников шума следует использовать противозумные экраны, завесы, палатки [22].

6.1.3 Работа в условиях низких температур

От воздействия низких температур может быть переохлаждения организма, из-за увеличения теплоотдачи. Сильно увеличивается потеря тепла когда температура окружающей среды низка.

Зима в Томской области холодная и умеренно снежная. Самая низкая температура достигает до минус 41 °С. При воздействии холода возникают изменения как в области воздействия, так и на отдаленных участках тела. Это обусловлено рефлекторными реакциями на охлаждение. Например, охлаждение организма вызывает спазм сосудов почек. При длительном охлаждении происходит общее переохлаждение организма [23].

Для работающих необходимо создать такие условия, при которых неблагоприятное воздействие сурового климата на организм сводилось бы к минимуму. При метеоусловиях, близких к предельным, но не достигающих этих пределов, рекомендуется устанавливать через каждые 50 минут десятиминутные перерывы для обогрева (время перерыва засчитывается в счет рабочего времени). Во всех случаях общего охлаждения и замерзания человека, какой степени оно не было, следует срочно вызывать врача.

Для предупреждения обморожений необходимо производить индивидуальные и массовые профилактические мероприятия. Массовая профилактика осуществляется санитарно-разъяснительной работой, своевременным обеспечением работающих на открытом воздухе теплой одеждой и обувью, устройством помещений для обогрева, утеплением транспорта, обеспечением регулярного приема горячей пищи, устройством помещений для сушки одежды и обуви в период отдыха и т.д. Индивидуальная профилактика сводится к содержанию в исправном состоянии одежды и обуви. Помещения для обогрева располагаются на расстоянии не более 100 м от места работы [24].

6.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при работе на компрессорной станции.

6.2.1 Давление (разрушение аппарата, работающего под давлением)

Трубопровод, работающий под давлением от 5,5 до 9,8 мПа относится к аппаратам, работающим под давлением. Различные сосуды находящиеся под давлением имеют потенциальную опасность, которая при определенном действии может трансформироваться и в следствии повлечь за собой последствия.

Потеря герметичности, то есть разгерметизация сосуда, который находится по давлению, имеет две группы опасности.

Первая опасность связана с взрывом сосуда (установки) работающего под давлением [25].

При взрыве появляется ударная волна, которая может принести большой ущерб жизни человека. Таким образом, для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуда в зависимости от назначения должны быть оснащены:

- запорной или запорно-регулирующей арматурой;
- приборами для измерения давления;
- приборами для измерения температуры;
- предохранительными устройствами;
- указателями уровня жидкости [26].

6.2.2 Электрический ток

При строительстве трубопровода, работники имеют дело с электрическим оборудованием, что требует соблюдение правил по электробезопасности.

Электротравмой называют воздействие электрического тока (электрической дуги) на организм человека. Главной опасностью электротравматизм заключается в том, что защитная реакция организма наступает только после взаимодействия с током [27]. Электрический ток действует не только где едет соприкосновения с телом, но и вызывает нарушения нормальной деятельности нервной системы, дыхания, сердечнососудистой системы и так далее. При работе с электроустановками должна быть безопасность, обеспечиваемая различными техническими и организационными мерами. По ГОСТ 12.1.019-79 от поражения электрическим током, технические средства защиты делятся на коллективные и индивидуальные. Средства электрозащиты и основные коллективные способы:

- изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль;
- сооружение оградительных устройств;
- защитное заземление [28].

Индивидуальные средства, которые могут выдержать длительное напряжение электроустановок (например, диэлектрические перчатки).

Опасность поражения электрическим током существует при сварочных работах. Значение напряжения в электрической цепи должно удовлетворять ГОСТ 12.1.038-82.

6.3 Экологическая безопасность

Строительство трубопроводов является важным аспектом при его эксплуатации. Трубопроводы относятся к категории энергонапряженных объектов, отказы которых сопряжены со значительным материальным и экологическим ущербом [29]. Особую остроту приобретает проблема надёжности и экологической безопасности в системах магистрального трубопроводного транспорта. Обеспечение надёжной и безопасной эксплуатации трубопроводов, транспортирующих ценное углеводородное сырье потребителю, является важнейшим стратегическим направлением

стабильного развития регионов. Это во многом зависит от результатов анализа отказов и разрушений в системе магистрального транспорта. Отказ магистрального трубопровода, проявляющийся в местной потере герметичности стенки трубы, трубных деталей или в общей потере прочности в результате разрушения, приводит к значительному экологическому ущербу с возможными непоправимыми последствиями для окружающей природной среды (ОПС). Только комплексный подход к данному вопросу, учитывающий специфику района прохождения трубопроводной трассы, сможет дать реальную картину причин, приводящих к нарушению устойчивого режима эксплуатации [30].

Трубопроводный транспорт отличается от остальных видов транспорта тем, что он не соответствует полностью понятию «транспорт», т. к. его подвижной состав и специально приспособленные под него пути сообщения в этом виде транспорта совмещены в трубопровод. Технология работы трубопроводного транспорта характеризуется непрерывностью перекачки грузов [31].

К важнейшим проблемам трубопроводного транспорта относятся такие, как увеличение пропускной способности трубопроводов, уменьшение энергозатрат на транспорт, металлозатрат на единицу транспортируемого продукта, обеспечение безотказности линейной части трубопроводов и перекачивающего оборудования, уменьшение затрат на выполнение строительномонтажных работ и сокращении сроков строительства, а также «жесткость» трассы перевозок, т. е. невозможность изменения направления перевозок нефти, нефтепродуктов или газа после постройки трубопровода [32].

Воздействие трубопроводного транспорта на экологические системы происходит при строительстве его объектов, в процессе эксплуатации и при возникновении аварийных ситуаций.

Аварии на магистральных нефтепроводах наносят колоссальный ущерб, приводя к загрязнению территорий и водных объектов. Основные причины

возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций: длительные сроки эксплуатации трубопроводного транспорта, физический, моральный износ и, как следствие, устойчивая тенденция роста числа аварий с всё более тяжёлыми социальными, экологическими и экономическими последствиям [33].

Для выбора адекватных мер предупреждения катастроф и аварий необходима научно-методическая база количественной оценки риска их появления. При решении этой проблем важно, чтобы интересы защиты окружающей среды интегрировались в область принятия инженерных решений, позволяющих экономически обосновано минимизировать последствия негативных воздействий наиболее рациональными (наименее затратными) путями.

Универсальным инструментом оценки последствий аварий на магистральных трубопроводах является экологический риск. В качестве экологического риска рассматривается взвешенный по вероятности наступления негативных событий комплексный показатель прогнозируемого полного ущерба, нанесённого экосистемам от всего спектра сценариев возможных аварий.

Данный инструмент позволяет нам применить набор определённых экологических методов управления и охраны окружающей средой в процессе эксплуатации трубопроводного транспорта нефти.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Организационно-технические противопожарные мероприятия должны выполняться согласно требованиям:

- «Правил противопожарного режима Российской Федерации»;
- ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

Ответственность за организацию и обеспечение противопожарной безопасности при производстве монтажных работ возлагается на руководителя подрядной организации.

Ответственность за соблюдение правил противопожарной безопасности на каждом рабочем месте возлагается на непосредственных исполнителей работ [36].

Непосредственные исполнители огневых работ (электросварщик, газосварщик, газорезчик) должны иметь квалификационное удостоверение на право выполнения этих работ, удостоверение о проверке знаний по технике безопасности с талоном по пожарной безопасности и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

На месте производства работ устанавливается противопожарный режим, определяются места размещения и допустимое количество горючих материалов, порядок проведения огневых работ. Место для курения разрешается устраивать на расстоянии не ближе 100 м от места производства работ, оборудованном согласно правилам и нормам.

Выхлопные трубы от двигателей внутреннего сгорания машин и механизмов должны быть оборудованы искрогасителями.

На месте проведения огневых работ должны быть следующие первичные средства пожаротушения:

- кошма войлочная или асбестовое полотно размером 2×2 м;
- огнетушители порошковые, углекислотные;
- лопаты, топоры, ломы.

Места хранения горючих жидкостей, легко воспламеняющихся жидкостей, места заправки техники оборудуются первичными средствами пожаротушения, согласно нормам потребности ВППБ 01-01-94 приложение 5 и правилам противопожарного режима в Российской Федерации.

При проведении работ с применением газопламенной резки запрещается:

- допускать соприкосновение кислородных баллонов, редукторов и другого оборудования с различными маслами, а также промасленной одеждой и ветошью;

- производить продувку шланга для горючего газа кислородом и кислородного шланга горючим газом, а также взаимозаменять шланги при работе;
- перекручивать, заламывать или зажимать газоподводящие шланги.

Вышеперечисленные мероприятия пожарной безопасности распространяются на все виды работ, конкретизация мер противопожарной безопасности по видам работ производится в проекте производства работ [37].

Пожарная безопасность регламентируется ГОСТ 12.1.004-91, ССБТ, Правилами пожарной безопасности ППБ 01-93, межотраслевыми правилами пожарной безопасности, отраслевыми стандартами и правилами пожарной безопасности, утвержденными министерствами и ведомствами, инструкциями по обеспечению пожарной безопасности.

Безопасность людей должна быть обеспечена в любом месте работы машин и механизмов на объекте строительства. Запрещается хранить в кабинах машин бензин, керосин и другие легковоспламеняющиеся жидкости, а также взрывчатые вещества. При определении уровня топлива в баках необходимо пользоваться мерной рейкой. Не разрешается работать в одежде, пропитанной топливно – смазочными материалами.

Запрещается курить, зажигать спички и пользоваться открытым пламенем и керосиновыми фонарями для освещения при заправке баков топливом, а также при контрольном осмотре топливных баков. В случае воспламенения топлива следует пользоваться огнетушителем или забрасывать пламя песком, землей, закрывать зону огня плотной тканью (брезентом или войлоком) и ни в коем случае не заливать водой.

Заправлять машины топливом и смазкой следует только днем. При необходимости ночной заправки освещение должно быть электрическим.

Следует избегать подтекания топлива или масла.

Не разрешается разводить огонь ближе, чем на 50 м от места работы или стоянки машины. На машинах должен находиться огнетушитель, а в местах стоянки машин должны быть расположены ящики с песком.

Пост пожаротушения (пождепо) находится на площадке УКПГ в Мыльджино.

Возникновение аварийных разрывов на газопроводах, а также на подключенных к ним сосудах и аппаратах связано с физическими эффектами двух видов:

- внутренними - нестационарными газодинамическими процессами в самих трубопроводах или сосудах, определяющими динамику выброса природного газа в атмосферу;

- внешними - определяющими воздействие процесса разрушения участка трубопровода или сосуда высокого давления на окружающую среду. Внешние эффекты сопровождаются:

- образованием волн сжатия за счет расширения в атмосфере природного газа, выброшенного под давлением из разрушенного участка трубопровода (сосуда), а также волн сжатия, образующихся при воспламенении подводящих и отводящих газопроводов и расширении продуктов его сгорания;

- образованием и разлетом осколков (фрагментов) разрушенного участка трубопровода (сосуда, аппарата);

В результате реализации опасности на промышленном объекте образуются поражающие факторы (ПФ) для населения, персонала, окружающей среды и самого объекта. Анализ последствий реальных аварий в промышленности позволяет определить наиболее характерные поражающие факторы.

К ним относятся:

- воздушная ударная волна взрывов облаков топливовоздушных смесей (ТВС);
- тепловое излучение факельного горения струи;

- фрагменты, образующиеся при разрушении зданий, сооружений, технологического оборудования;
- осколки остекления.

Началом аварии является разгерметизация одного из аппаратов или участкам трубопровода, входящих в состав технологического блока. Основными наиболее опасными элементами проектируемого объекта, являются технологические газопроводы и технологическое оборудование с природным газом. Технологический процесс ведётся под избыточным давлением до 0,6 МПа.

При аварийной разгерметизации системы происходит:

- высвобождение энергии адиабатического расширения газовой фазы;
- выброс в атмосферу природного газа, образование облака топливоздушнoй смеси.

Авария после разгерметизации системы может развиваться по моделям взрывного превращения облака топливо - воздушной смеси (ТВС), сгорания облака ТВС (пожар), факельного горения струи или пожара колонного типа в котловане.

По данным журнала «Безопасность труда в промышленности» анализ статистических данных аварийности и травматизма за последние 10 лет показывает, что за это время зарегистрировано более 370 аварий, более 26% случаев травматизма со смертельным исходом.

Причины аварий следующие:

- механические повреждения наружных газопроводов при производстве земляных работ 99 (26 %);
- повреждения подземных газопроводов, вызванные потерей прочности сварных стыков (разрывы) из-за брака, допущенного при строительстве - 25 (7 %);
- коррозионное повреждения подземных газопроводов - 19 (5 %);

- повреждения надземных газопроводов транспортными средствами и в результате природных явлений - 40 (11 %);

- прочие - 31 (8 %).

К основным причинам, приводящим к отказу оборудования, относятся:

- прекращение подачи энергоресурсов;
- физический износ, коррозия и эрозия, механические повреждения, температурная деформация оборудования и трубопроводов;
- опасности, связанные с типовыми процессами;
- причины, связанные с ошибками персонала;
- причины, связанные с внешними воздействиями природного и техногенного характера.

6.5 Социально-бытовое обслуживание

При вахтовом методе организации работ устанавливается суммированный учет рабочего времени. Продолжительность учетного периода – месяц. Учетный период охватывает все рабочее время, время в пути от места нахождения строительной организации или от пункта сбора (базового города) до места работы и обратно и время отдыха, приходящееся на данный календарный отрезок времени. При этом общая продолжительность рабочего времени за учетный период не должна превышать нормального числа рабочих часов, установленного Трудовым кодексом Российской Федерации (в редакции Федерального закона от 30.06.2006 № 90-ФЗ).

Продолжительность ежедневной работы (вахтовой смены) не должна превышать 12 часов. Работа в течение двух смен подряд запрещается (ч.5 ст. 103 Трудового кодекса Российской Федерации в редакции Федерального закона от 30.06.2006 № 90-ФЗ). Продолжительность ежедневного междусменного отдыха работников с учетом обеденных перерывов может быть уменьшена до 12 часов [38]. Недоиспользованные в этом случае часы ежедневного (междусменного) отдыха, а также дни еженедельного отдыха суммируются и предоставляются в виде дополнительных свободных от работы дней (дней

междувахтового отдыха) в течение учетного периода. Дни еженедельного отдыха предоставляются по графику работы и могут приходиться на любые дни недели.

Проживание рабочих, задействованных в строительстве объекта, предусмотрено в вахтовом поселке, расположенном на территории в границах площадей вахтового жилого комплекса за пределами границ санитарно-защитной зоны промышленных площадок. (приложения Г, Н, С).

Для обеспечения социально-бытовыми услугами и временного проживания работников в качестве мобильных зданий рекомендуется использовать вагон-дома типа «Италмас», «Ермак», которые спроектированы и изготовлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми климатическими условиями Крайнего Севера, оснащены всем необходимым инженерным оборудованием и способны обеспечить необходимый комфорт рабочим всех категорий [39].

Рекомендуемые здания показаны в таблице 6.5

Таблица 6.5 – Рекомендуемые здания

Наименование	К-во
Вагон дом для размещения вахтовых бригад на 3 чел. «Италмас» Р.8.25.104 (не менее 6 м ² на человека)	10
Вагон-дом культбудка «Ермак» 815	2
Вагон-дом офис "ЕРМАК" 804	1
Вагон-дом прачечная «Ермак» 816	1
Душевая с санузлом «Италмас» Р.9.25.06.03	1
Вагон-дом столовая (раздаточная) «Ермак» 810	1
Передвижная дизельная электростанция	1
Передвижная прожекторная мачта	1
Емкость для приема стоков	1
Отапливаемый склад	1

Для обеспечения лечебно-профилактического обслуживания работников необходимо использовать здравпункт, расположенный на территории Северо-Васюганского месторождения. В случае оказания первой необходимой помощи следует использовать аптечки, которые должны быть во всех без исключения вагон-бытовках, располагающихся на объекте строительства [40].

В рекомендуемых вагон-домах (общежитиях), блок-боксе обогрева, душевых, санузлах, прачечной-постирочной установлены баки из нержавеющей стали, оборудованные отводящими и спускными трубопроводами, переливными и вентиляционными устройствами, отвечающими всем требованиям санитарных и гигиенических нормам.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены и проанализированы особенности сооружения промышленных газопроводов на территории Каргасокского района Томской области. На основе литературного обзора нормативной документации выявлены следующие неблагоприятные условия, осложняющие строительство промышленных газопроводов в Каргасовском районе:

- морозное пучение, согласно СП 115.13330.2016 по степени опасности морозного пучения территория относится к «умеренно опасным»;

- подтопление, по степени опасности процессов подтопления согласно СП 115.13330.2016– территория классифицируется, как «умеренно опасная»;

Вечномерзлые грунты отсутствуют, опасные геологические процессы (оползни, лавины, сели) отсутствуют.

При сооружении трубопроводов должны быть учтены неблагоприятные факторы, связанные с заболачиванием территории, осложняющим строительство.

Согласно СП 115.13330.2016, категория сложности инженерно-геологических условий – III (сложная).

Вид балластирующего устройства выбран исходя из его ресурсоэффективных характеристик по сравнению с УТК и анкерными устройствами.

Кожух диаметром 273x10 мм (с метанолопроводом диаметром 57x6 мм внутри него) обладает отрицательной плавучестью, поэтому балластировка данного трубопровода не требуется.

Кожух диаметром 426x10 мм (с газопроводом диаметром 159x9 мм внутри него) обладает положительной плавучестью, поэтому предусмотрена его балластировка контейнерами текстильными КТ-500Т по ТУ 4834-010-01297858-2006 в количестве 2 шт. на каждом кожухе (с шагом расстановки 45 м).

Рассчитан объем подсыпки песком в местах прохождения траншеи по суглинкам и супесям и составляет $V=115,16 \text{ м}^3$

Проведены расчеты на прочность и устойчивость стальных трубопроводов. Состав строительной бригады будет составлять 18 человек, необходимая техника представлена в таблице 4.7.1.

Список литературы

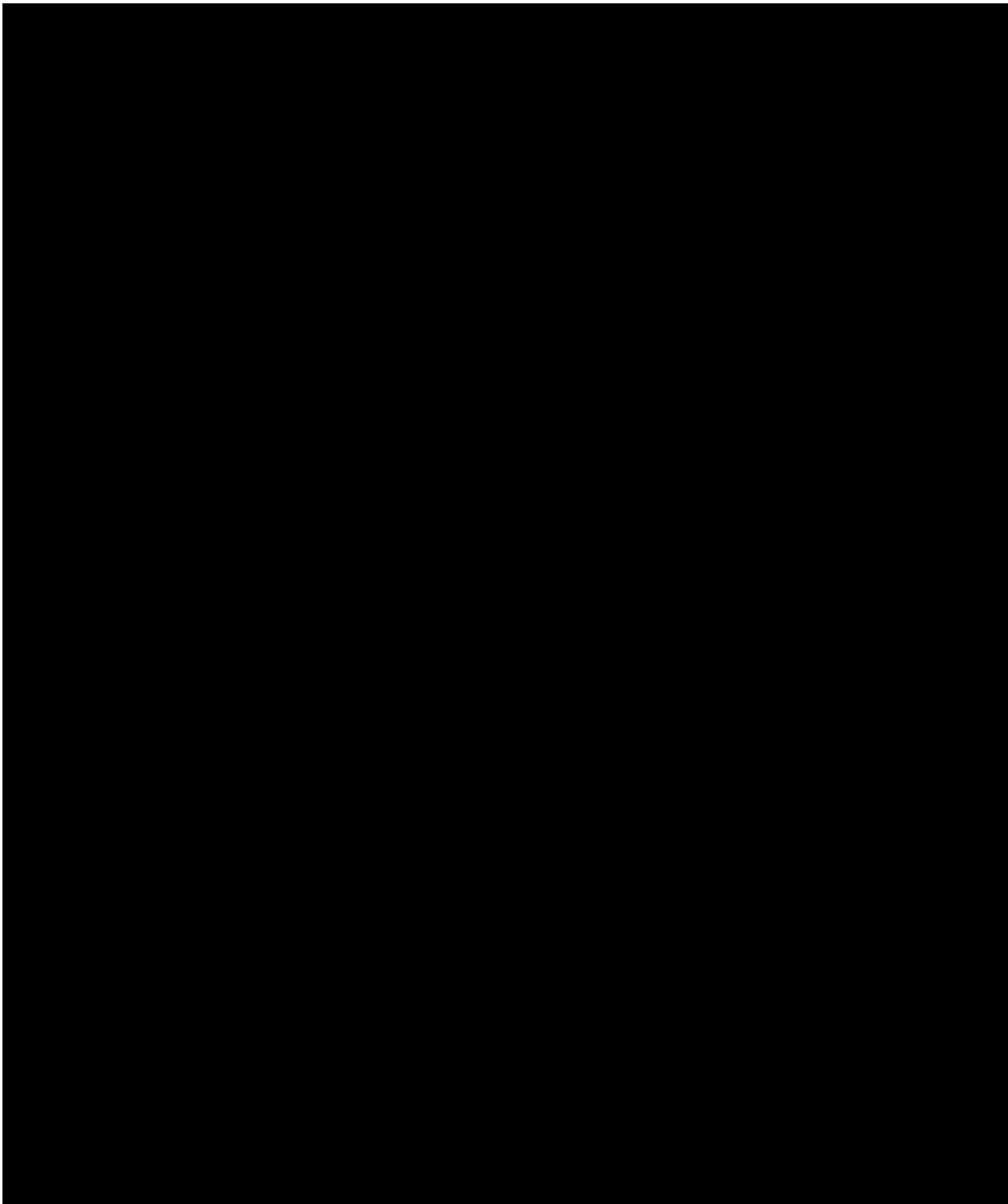
1. Промысловые трубопроводы [Электронный ресурс] URL: <http://evrotekhservis.ru/proektirovanie-truboprovodov> (дата обращения: 08.01.2019);
2. Промысловые трубопроводы и оборудование: учеб. пособие / Ф.М. Мустафин, Л.И. Быков, А.Г. Гумеров и др. // М.: Недра, 2004. – 662 с;
3. СП 284.1325800.2016 «Трубопроводы промышленные для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ»;
4. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах»;
5. СП 115.13330.2016 «Геофизика опасных природных воздействий»;
6. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства»;
7. СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»;
8. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
9. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»;
10. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»;
11. СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы»;
12. СП 34-116-97 «Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промышленных нефтегазопроводов».
13. Димов Л.А., Богусhevская Е.М. Магистральные трубопроводы в условиях болот и обводненной местности. М.: Издательство «Горная книга», 2010. — 392 с.
14. Бородавкин П.П., Механика грунтов в трубопроводном строительстве. М.: Недра, 1986. – 224 с.
15. В.И. Минаев «Машины для строительства магистральных трубопроводов» - М., Недра, 1985 г.
16. Машины и оборудование газонефтепроводов : учебное пособие / В. Г. Крец, А. В. Рудаченко, В. А. Шмурыгин; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 328 с
17. ВСН 39-1.9-003-98 «Конструкции и способы балластировки и закрепления подземных газопроводов».

18. СП 107-34-96 «Балластировка, обеспечение устойчивости положения газопроводов на проектных отметках».
19. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – М.: Издательство стандартов, 1988. – 50 с.
20. СП 52.13330.2010 «Естественное и искусственное освещение.»
21. ГОСТ 12.1.003-83.ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.1.003—76; введён 06.06.83г.
22. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г., № 21.
23. ФНП №101 в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» от 12 марта 2013 года с изменениями от 12 января 2015 года.
24. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Введен постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 13.02.18, №25.
25. ГОСТ 12.1.004-91*. Пожарная безопасность. – Взамен ГОСТ 12.1.004-85; введён 14.06.91г.
26. ОР-19.000.00-КТН-075-16 «Порядок очистки, гидроиспытаний и внутритрубного диагностирования трубопроводов после завершения строительно-монтажных работ», Часть 1, 2016.
27. ВСН 008-88 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Противокоррозионная и тепловая изоляция.», 1989.
28. ВСН 006-89 «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка»
29. Горелов С.А. Машины и оборудование для сооружения газонефтепроводов. Уч. пособие.- М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000.- 122 с.
30. Болота Западной Сибири их строение и гидрологический режим / Под ред. С.М. Новикова, К. Е. Иванова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 447 с.

31. СП 103-34-96 «Свод правил сооружения магистральных газопроводов. Подготовка строительной полосы».
32. Строительство магистральных трубопроводов. Справочник /В.Г. Чирсков, В.Л. Березин, Л.Г. Телегин и др. - М: Недра, 1991. - 475 с., ил.
33. Тугунов П.И. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. – Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002 – 658 с
34. СП 48.13330.2011. "СНиП 12-01-2004 Организация строительства. Актуализированная редакция";
35. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*;
36. СТО Газпром 2-2.1-249-2008 Магистральные газопроводы;
37. СТО Газпром 2-2.2-334-2013. Строительство и ремонт магистральных газопроводов на подводных переходах, в обводненной и заболоченной местности, с применением обетонированных труб;
38. СНиП III-42-80*. Магистральные трубопроводы;
39. ВСН 012-88. Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Контроль качества и приемки работ;
40. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
41. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

Приложение А

Технологическая схема [REDACTED] - [REDACTED] месторождения



Приложение Б

Гидравлический расчет

Гидравлический и теплотехнический расчеты выполнены в программном комплексе Pipesim 2008.1.

Гидравлический расчет проведен по объемам добычи пластового газа с существующих кустов скважин №№ ■, ■, ■, ■, ■ и проектируемого № ■ ■ подаваемого на ■ ■ ■. Согласно данным по динамике добычи, предоставленным ОАО «■», на 2018, 2019 годы.

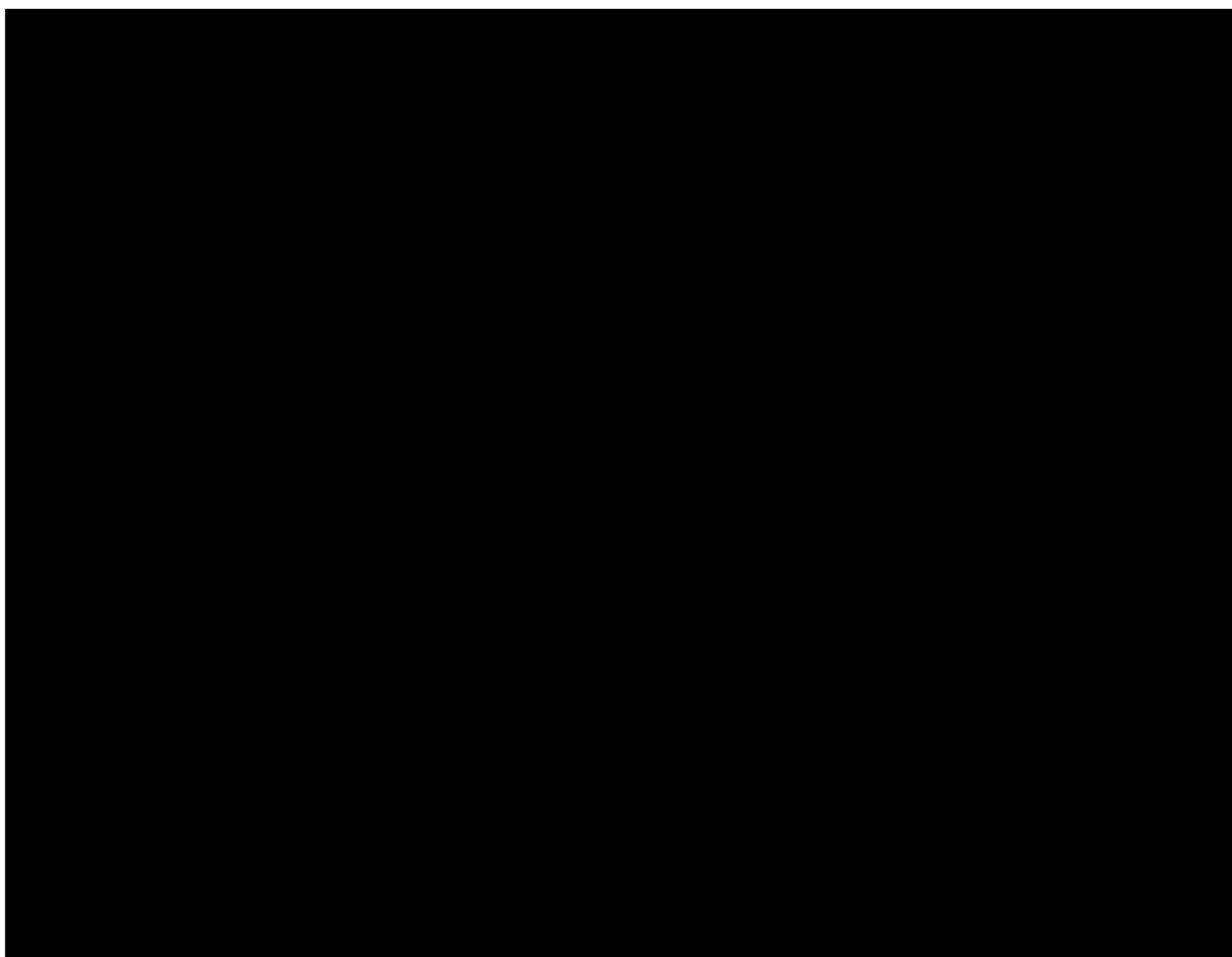


Таблица Б.1 – Исходные данные для проведения гидравлического расчета

Номер куста скважин	Температура на выходе с кустов скважин	Давление на входе УКПГ	Производительность кустов скважин		
			Объем газа	Количество конденсата	Общее количество добываемого продукта
	°С	МПа	млн.нм ³ /год	тыс.т/год	нм ³ /сут
2018 год					
Куст 1СВ	25	3,55	117,7	14,2	322590,4
Куст 2СВ	25		69,0	8,1	189005,5
Куст 3СВ	25		199,5	24,0	546755,5
Куст 4СВ	25		105,5	12,0	216799,9
Куст 6СВ	25		110,9	14,8	303870,3
Куст 7СВ	25		8,3	1,2	22848,6
2019 год					
Куст 1СВ	25	3,55	115,6	13,6	316715,8
Куст 2СВ	25		84,3	9,7	231056,0
Куст 3СВ	25		187,9	21,9	514906,2
Куст 4СВ	25		93,1	10,3	191309,6
Куст 6СВ	25		92,8	11,6	254265,7
Куст 7СВ	25		17,6	2,4	48141,2

Таблица Б.2 – Характеристика участков газопроводов для гидравлического расчета

Участок	Протяженность	Диаметр Дн	Толщина стенки
	м	мм	мм
К1СВ-УСК	1980	273	14
К2СВ-С3	1015	219	12
С3-С4	435	273	14
К3СВ-С1	900	219	8
С1-С2	3790	273	14
С2-С4 пер	8	273	14
С2-УСК СВГКМ	5665	273	14
С4-УСК СВГКМ	6270	273	14
К4СВ-УСК СВГКМ	7551	219	12
К6СВ-УСК СВГКМ	1233	159	9
К7СВ-вр.К.1	1270	89	7
УСК СВГКМ-С6	35000	325	12
С6-УВШ-1-1	40610	325	12

Таблица Б.3 – Результаты гидравлического расчета (2018 год).

Участок	Тип	Температура	Давление	Расход газа	Расход жидкости	Падение давления	Скорость жидкости	Скорость газа
		°С	МПа	м³/сут	м³/сут	кПа	м/с	м/с
К1СВ-УСК СВГКМ	Вход	23,15	6,92	345607,11	25,204	8,25	0,12	1,19
	Выход	2,87	6,91	345607,11	25,204	8,25	0,16	1,02
К2СВ-С3	Вход	25,00	6,95	189003,62	13,793	4,14	0,10	1,04
	Выход	5,52	6,94	189094,24	13,791	4,14	0,10	0,93
С3-С4	Вход	5,52	6,94	189094,24	13,791	0,56	0,06	0,60
	Выход	2,14	6,94	189094,24	13,791	0,56	0,08	0,56
К3СВ-С1	Вход	25,00	7,01	546741,67	39,901	27,60	0,32	2,69
	Выход	15,76	6,98	546854,94	39,898	27,60	0,44	2,49
С1-С2	Вход	15,76	6,98	546854,94	39,898	35,05	0,20	1,79
	Выход	0,80	6,94	546854,94	39,898	35,05	0,28	1,58
С2-С4пер	Вход	0,80	6,94	172962,13	12,62	0,01	0,05	0,54
	Выход	0,78	6,94	172962,13	12,62	0,01	0,07	0,51
С2-УСК СВГКМ	Вход	0,80	6,94	373867,33	27,279	25,76	0,13	1,14
	Выход	-1,01	6,92	373867,33	27,279	25,76	0,18	1,08
С4-УСК СВГКМ	Вход	1,49	6,94	362059,20	26,411	26,83	0,13	1,11
	Выход	-1,01	6,91	362059,20	26,411	26,83	0,17	1,05
Скв401- К4СВ	Вход	25,00	7,06	72267,42	5,2738	83,57	0,19	1,64
	Выход	-0,96	6,98	72355,21	5,2715	83,57	0,27	1,39
К4СВ-УСК СВГКМ	Вход	18,27	6,98	289256,59	21,091	61,83	0,17	1,51
	Выход	-1,01	6,91	289256,59	21,091	61,83	0,23	1,31
К6СВ-УСК СВГКМ	Вход	25,00	7,00	303868,08	22,176	89,09	0,39	3,07
	Выход	9,72	6,91	303953,03	22,174	89,09	0,54	2,78
К7СВ- вр.К.1	Вход	25,00	6,93	22848,58	1,6675	2,87	0,05	0,50

	Выход	-0,99	6,92	22937,21	1,6651	2,87	0,06	0,42
УСК СВГКМ-С6	Вход	1,74	6,91	1674743,26	122,16	1261,88	0,46	3,32
	Выход	-1,70	5,65	1674743,26	122,16	1261,88	0,72	3,94
С6-УВШ-1-1	Вход	-1,70	5,65	1674743,26	122,16	2102,28	0,53	4,06
	Выход	-2,22	3,55	1674743,26	122,16	2102,28	0,97	6,49

Таблица Б.4 – Результаты гидравлического расчета (2019 год).

Участок	Тип	Температура	Давление	Расход газа	Расход жидкости	Падение давления	Скорость жидкости	Скорость газа
		°С	МПа	м³/сут	м³/сут	кПа	м/с	м/с
К1СВ-УСК СВГКМ	Вход	21,51	6,77	365032,47	26,622	9,36	0,13	1,28
	Выход	2,95	6,76	365032,47	26,622	9,36	0,18	1,11
К2СВ-С3	Вход	25,00	6,79	231056,97	16,862	6,06	0,13	1,29
	Выход	7,32	6,79	231144,76	16,859	6,06	0,13	1,17
С3-С4	Вход	7,32	6,79	231144,76	16,859	0,84	0,08	0,76
	Выход	3,56	6,79	231144,76	16,859	0,84	0,10	0,71
К3СВ-С1	Вход	25,00	6,84	514913,54	37,577	25,08	0,30	2,59
	Выход	15,31	6,82	514998,49	37,573	25,08	0,42	2,40
С1-С2	Вход	15,31	6,82	514998,49	37,573	31,46	0,19	1,72
	Выход	0,51	6,79	514998,49	37,573	31,46	0,26	1,52
С2-С4пер	Вход	0,51	6,79	132616,29	9,6756	0,01	0,04	0,43
	Выход	0,48	6,79	132616,29	9,6756	0,01	0,05	0,40
С2-УСК СВГКМ	Вход	0,51	6,79	382390,70	27,899	27,54	0,14	1,19
	Выход	-1,01	6,76	382390,70	27,899	27,54	0,19	1,13
С4-УСК СВГКМ	Вход	2,44	6,79	363758,21	26,535	27,78	0,13	1,14
	Выход	-1,01	6,76	363758,21	26,535	27,78	0,18	1,08
Скв401-К4СВ	Вход	25,00	6,87	63769,54	4,6537	64,93	0,17	1,50
	Выход	-1,00	6,80	63857,32	4,6515	64,93	0,23	1,26
К4СВ-УСК СВГКМ	Вход	18,26	6,80	255256,55	18,611	52,38	0,15	1,37
	Выход	-1,02	6,75	255256,55	18,611	52,38	0,20	1,19
К6СВ-УСК СВГКМ	Вход	25,00	6,82	254265,46	18,555	63,41	0,32	2,65
	Выход	8,08	6,76	254353,24	18,554	63,41	0,44	2,36
К7СВ- вр.К.1	Вход	25,00	6,78	48141,47	3,5131	11,44	0,11	1,06

	ВЫХОД	-0,26	6,77	48229,25	3,5109	11,44	0,15	0,89
УСК СВГКМ-С6	ВХОД	1,31	6,76	1620771,35	118,22	1211,55	0,45	3,29
	ВЫХОД	-1,65	5,55	1620771,35	118,22	1211,55	0,70	3,90
С6-УВШ-1-1	ВХОД	-1,65	5,55	1620771,35	118,22	1995,07	0,51	4,02
	ВЫХОД	-2,11	3,55	1620771,35	118,22	1995,07	0,93	6,29