



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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
«Разработка технических решений по предотвращению всплытия промысловых трубопроводов в Томской области»

УДК 622.691.4-027.45(571.16)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б91	Зайцева Анна Евгеньевна		

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОНД	Бурков П.В.	д.т.н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров
по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки «Эксплуатация и
обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

ОПК(У)-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК(У)-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен обеспечивать заданные режимы эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования и контролировать выполнение производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
ПК(У)-6	Способен проводить планово-предупредительные, локализационно-ликвидационные и аварийно-восстановительные работы линейной части магистральных газонефтепроводов и перекачивающих станций
ПК(У)-7	Способен выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-8	Способен использовать нормативно-технические основы и принципы производственного проектирования для подготовки предложений по повышению эффективности работы объектов трубопроводного транспорта углеводородов



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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

(Подпись) (Дата) Чухарева Н.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б91	Зайцевой Анне Евгеньевне

Тема работы:

«Разработка технических решений по предотвращению всплытия промысловых трубопроводов в Томской области»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	07.02.2023 г. № 38-108/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Промысловый газопровод, проложенный в условиях болот. Характеристика промыслового трубопровода: Наружный диаметр..... 325мм Протяженность..... 97 км Рабочее давление..... 10 МПа Марка стали 13ХФА
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Произвести литературный обзор по теме особенности сооружения и эксплуатации трубопроводов прокладываемых в условиях болот. Привести характеристику участка промышленного трубопровода. Произвести технологические расчеты: расчет толщины стенки, расчет на прочность и устойчивость, расчет шага расстановки баллаستировки пригрузами и анкерами на трубопроводе.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	- Рисунки; - Таблицы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжанкина Татьяна Гавриловна Доцент ОСГН, к.э.н.
«Социальная ответственность»	Гуляев Милий Всеволодович Старший преподаватель ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	07.02.2023 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОНД	Бурков П.В.	д.т.н., профессор		07.02.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б91	Зайцева Анна Евгеньевна		07.02.2023 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б91	Зайцева Анна Евгеньевна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Затраты на НИ:</i> 1. Материальные затраты НИ; 2. Основная заработная плата исполнителей темы; 3. Отчисления на социальные нужды; 4. Накладные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: -30 % премии к заработной плате -20 % надбавки за профессиональное мастерство -1,3 – районный коэффициент для расчета заработной платы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Общая система налогообложения в том числе отчисления во внебюджетные фонды - 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	SWOT анализ, проведение предпроектного анализ, определение целевого рынка, оценка готовности к коммерциализации, инициация проекта.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работы. Расчёт трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджетного исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Таблицы:

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных решений
2. Оценочная карта для оценки качества и перспективности разработки технологии QuaD
3. Матрица SWOT
4. Интерактивная матрица проекта
5. Этапы работ
6. Временные показатели проведения научного исследования
7. Календарный план-график
8. Материальные затраты
9. Баланс рабочего времени

10. Расчет основной заработной платы
 11. Отчисления во внебюджетные фонды
 12. Расчет затрат по статье «Специальное оборудование для научных работ»
 13. Расчет бюджета затрат НИИ
 14. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта
 15. Сравнительная эффективность проекта
- Иллюстрации:
1. Карта сегментирования рынка предоставляемых услуг

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

01.02.2023

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		01.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б91	Зайцева А.Е.		01.02.2023

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 2Б91		ФИО Зайцева Анна Евгеньевна	
Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение: -Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.	Объект исследования – разработка технических решений по предотвращению всплытия промысловых трубопроводов в Томской области. Область применения: эксплуатация промысловых трубопроводов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Привести специальные правовые нормы трудового законодательства при работах, связанных с устранением всплытий промыслового трубопровода; - Перечислить необходимые организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны при полевых и камеральных работах.
2. Производственная безопасность: - Анализ потенциальных вредных и опасных факторов; - Обоснование мероприятий по снижению воздействия их устранению.	Вредные факторы: • Работа с токсичными и вредными веществами; • Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; • Повышенный уровень шума; • Повышенный уровень общей вибрации; • Производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождение работающего. Опасные факторы: • Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением; • Пожаровзрывобезопасность; • Производственные факторы, связанные с электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: выброс газа Литосфера: загрязнение почвы химическими веществами Гидросфера: выброс газа
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: взрыв, пожар, ураган, стихийные бедствия. Наиболее типичная ЧС: взрыв, возгорание.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
07.02.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.			21.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б91	Зайцева Анна Евгеньевна		21.02.2023



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

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)

Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

ООП «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Отделение нефтегазового дела

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
07.02.2023	Введение	5
28.02.2023	Обзор литературы	10
15.03.2023	Характеристика объекта исследования	10
18.03.2023	Технология строительства	10
27.03.2023	Анализ всплывий промысловых трубопроводов	10
07.04.2023	Расчет толщины стенки, расчет на прочность и устойчивость, расчет баллаستировки трубопроводов	20
04.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
15.05.2023	Социальная ответственность	10
25.05.2023	Заключение	5
01.06.2023	Презентация	10
	Итого	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОНД	Бурков П.В.	д.т.н., профессор		07.02.2023

Согласовано:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		07.02.2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 100 страниц, 13 рисунков, 30 таблиц, 47 источников.

Ключевые слова: промысловый трубопровод, всплытие трубопровода, балластировка, анкерная установка, условия болот.

Объектом исследования является участок промыслового газопровода.

Цель работы – восстановление эксплуатационных свойств промыслового газопровода.

Методы проведения исследования. Анализ производился по результатам технологических расчетов. Для проведения расчетов были использованы аналитические методики, представленные в действующих нормативных документах.

В результате исследования произведен обзор литературы по выбранной тематике, проведена проверка условий прочности и устойчивости трубопровода; выполнены технологические расчеты балластировки трубопровода, рассчитан шаг балластировки пригрузами и анкерными устройствами; выбран наиболее оптимальный метод балластировки.

Область применения: участки промыслового трубопровода, проходящие через болота.

ESSAY

Graduation qualification work 100 pp., 13 pic., 30 tablets, 47 sources.
Keywords: field pipeline, pipeline resurfacing, ballasting, anchor installation, swamp conditions.

The object of the study is a section of a field gas pipeline.

The purpose of the work is to restore the operational properties of the field gas pipeline.

Research methods. The analysis was carried out according to the results of technological calculations. For the calculations, the analytical methods presented in the current regulatory documents were used.

As a result of the research, a review of the literature on the selected topic was made, the conditions for the strength and stability of the pipeline were checked; technological calculations of pipeline ballasting were performed, the step of ballasting with weights and anchor devices was calculated; the most optimal ballasting method was chosen.

Scope: sections of the field pipeline passing through swamps.

Определения, сокращения

Определения:

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

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

категория участка трубопровода: характеристика опасности участка трубопровода, классифицируемая в зависимости от показателей опасности транспортируемого продукта, технических характеристик трубопровода, антропогенной активности вблизи трубопровода и иных факторов риска;

трубопровод промысловый: трубопровод для транспортирования газообразных и жидких продуктов, прокладываемый между площадками отдельных промысловых сооружений, а также к объектам магистрального транспортирования нефти и газа;

устойчивость трубопровода: свойство конструкции трубопровода поддерживать первоначальную форму оси или форму его поперечного сечения.

Сокращения:

ПТ – промысловый трубопровод;

УБО – утяжелитель железобетонный охватывающего типа;

УБК – утяжелитель железобетонный клиновидного типа;

ВАУ – винтовое анкерное устройство;

АР – анкер раскрывающегося типа;

КТ – контейнеры текстильные;

ЭХЗ – электрохимическая защита.

Оглавление

Введение	14
Обзор литературы	16
1 Общая часть	21
1.1 Описание района проведения работ	21
1.2 Характеристика объекта исследования.....	26
1.3 Технология строительства	28
1.4 Сведения и классификация болот	37
1.5 Анализ всплывий промысловых трубопроводов	43
2 Расчетная часть	46
2.1 Расчет толщины стенки трубопровода	46
2.2 Проверка условий прочности	48
2.3 Проверка общей устойчивости участков трубопровода.....	50
2.4 Устойчивость положения трубопровода.....	53
2.5 Расчет контейнерно- текстильной балластировки.....	55
2.6 Расчет анкерного устройства	56
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	58
3.2 Анализ конкурентных технических решений	59
3.3 Технология QuaD	60
3.4 SWOT-анализ	62
3.6 Определение трудоемкости выполнения работ	67
3.9 Определение эффективности исследования	75
4 Социальная ответственность.....	79
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
4.2 Производственная безопасность	81
4.3 Экологическая безопасность.....	89
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	91
Заключение.....	95
Список литературы	96

					Разработка технических решений по предотвращению всплывия промысловых трубопроводов в Томской области						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Зайцева А.Е.			Оглавление			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Бурков П.В.								13	100
Консульт.								Отделение нефтегазового дела Группа 2691			
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.									

Ведение

Большую часть территории Томской области занимают болота, через которые проложены промысловые трубопроводы. Одно из распространённых отклонений от установленных норм эксплуатации трубопровода является всплытие.

В данной работе рассмотрены основные факторы всплытия промысловых трубопроводов в болотах, а также предложены возможные методы предотвращения и решения этой проблемы. Понимание этих аспектов позволит разработать эффективные стратегии и технические решения для обеспечения стабильного положения промысловых трубопроводов, прокладываемых в болотных условиях.

Сохранение трубопровода на проектном положении является актуальной задачей для эффективной работы газотранспортной системы при эксплуатации и проектировании трубопровода.

Цель работы – восстановление эксплуатационных свойств промыслового газопровода.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Проведение аналитического обзора по выбранной тематике выпускной квалификационной работы бакалавра;
2. Изучение характеристик промыслового трубопровода и его местоположения;
3. Инженерный анализ альтернатив;

					Разработка технических решений по предотвращению всплытия промысловых трубопроводов в Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Зайцева А.Е.				Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков П.В.						14	100
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2591		
Рук-ль ООП	Чухарева Н.В.							

4. Проведение технологических расчетов для определения:

- прочности и общей устойчивости трубопровода;
- устойчивости положения против всплытия трубопровода;
- подходящей балластировки и шага ее расстановки.

Практическая значимость. Результаты выпускной квалификационной работы бакалавра могут быть использованы для решения дальнейших реальных задач, связанных с выбором наиболее оптимального метода против всплытия промышленного трубопровода.

					Введение	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Обзор литературы

Изменение положения оси трубопровода в болотистой местности приводит к аварийной ситуации и выходу трубопровода в ремонт. Потеря проектного положения ПТ часто происходит из-за действия сжимающих продольных сил, которая в случае произошедшего должна устраняться. Балластирование примыкающего участка уменьшает предельное воздействие продольной силы из-за температурного расширения материала трубопровода, следовательно, обеспечивает стабильность расчетного положения этого участка газопровода.

Согласно статье [1] потери стабильного положения трубопровода в следствии размыва грунтов. В работе предложено исследовать размытие грунта в виде аналитической зависимости, которая поможет заранее выявить и предотвратить потерю стабилизации трубопровода в обводненной местности и переходах через водные преграды.

Снижение продольных критических усилий происходит в следствии эксплуатации трубопровода в размытых грунтах. В связи с данным фактом требуется количественно и качественно определить воздействие потенциальной эрозии грунта на общую стабильность в продольном направлении подводных трубопроводов. При проектировании рассматриваемого в исследовании подводного трубопровода условие устойчивости в продольном направлении было обеспечено. Однако, с возможной эрозией грунтовой насыпи трубопровод становится неустойчивым. В связи с этим возникает необходимость обеспечения стабильности в продольном направлении подводных трубопроводов на стадии проектирования с учетом их возможного обнажения и эрозии.

					Разработка технических решений по предотвращению всплывания промысловых трубопроводов в Томской области						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Зайцева А.Е.			Обзор литературы			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Бурков П.В.								16	100
Консульт.								Отделение нефтегазового дела Группа 2Б91			
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.									

Для обеспечения устойчивости трубопровода рассмотрены анкерные устройства. Анкерные устройства – технология обеспечивающая устойчивое положение газопровода в обводненной, заболоченной местности, при эксплуатации трубопровода, проходимых через болота. Данное устройство широко использовали в 70-80 годах, и используют по наше время; установка менее затратная в экономической и практической части, чем железобетонные утяжелители и полимерно- контейнерные устройства. В статье [2], авторами проведены испытания анкерных устройств по конструктивным признакам, и мониторинг закрепленного газопровода с расчетом механических напряжений, возникающих с стенках газопровода. Анкерные устройства удобны в установке, практичны в эксплуатации, менее трудозатратны, экономически выгодны, отечественная конструкция хорошо применима в условиях болот.

Известно, что трубопровод, работая с горячей транспортируемой средой, испытывает большие сжимающие продольные силы. Изменение положения оси трубопровода в болотистой местности приводит к аварийной ситуации и выходу трубопровода в ремонт. Потеря проектного положения промыслового трубопровода часто происходит из-за действия сжимающих продольных сил, которая в случае произошедшего должно устраняться.

Большинство промысловых трубопроводов транспортируют газ высокой температуры, что вызывает большие сжимающие продольные силы, которые могут вывести трубопровод из стабильного состояния. Очень важный вопрос по устранению всплытия, поскольку трубопровод, потерявший свою продольную устойчивость, в первую очередь подвержен разрушению.

Уравновешивание смежного участка снижает максимальную нагрузку продольной силы, вызванную температурным расширением материала трубопровода, следовательно, обеспечивает стабильность расчетного положения этого участка газопровода.

					Обзор литературы	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Способы обеспечения пространственной стабильности газопровода на водных участках трассы были подробно изучены в работе [3][4], учитывая изменчивость грунтовых условий. Авторы анализировали участок газопровода, где произошла деформация трубопровода в виде дуги из-за увеличения температуры транспортируемого газа является ключевым фактором. Согласно предложенному авторами подходу, были разработаны основные положения методологии и процедуры для расчета дополнительной компенсации увеличенной нагрузки на примыкающих участках, обусловленной переменными грунтовыми условиями. Это позволяет уменьшить возможные перемещения в центральном сегменте. Предложенная методика применима как в эксплуатационном периоде, так и при капитальном ремонте трубопроводов, и при строительстве новых газопроводов. Практическое применение этого метода на реальных объектах доказало, что дополнительная компенсация позволяет снизить конечную продольную силу в начале примыкающего участка. Таким образом, регулирование нагрузки на примыкающем участке с помощью дополнительной компенсации уменьшает предельное воздействие продольной нагрузки из-за температурного растяжения материала трубопровода в центральной области и гарантирует стабильность предсказанного положения этой части магистрального газопровода. Тем не менее, такая стратегия может привести к дополнительным издержкам. Следовательно, требуется искать альтернативные варианты.

В статье [5] автором проведен эксперимент, определяющий изменение продольной силы компенсирующего устройства, конструктивно выполненного в V-образном виде рисунок 1. Экспериментальная конструкция собрана из трубочек и отводов холодного гнутья. В ходе эксперимента изменяли температуру по всему трубопроводу, равномерно нагревая газовыми горелками, изменяли давление в трубопроводе. В ходе эксперимента измеряли смещения трубопровода.

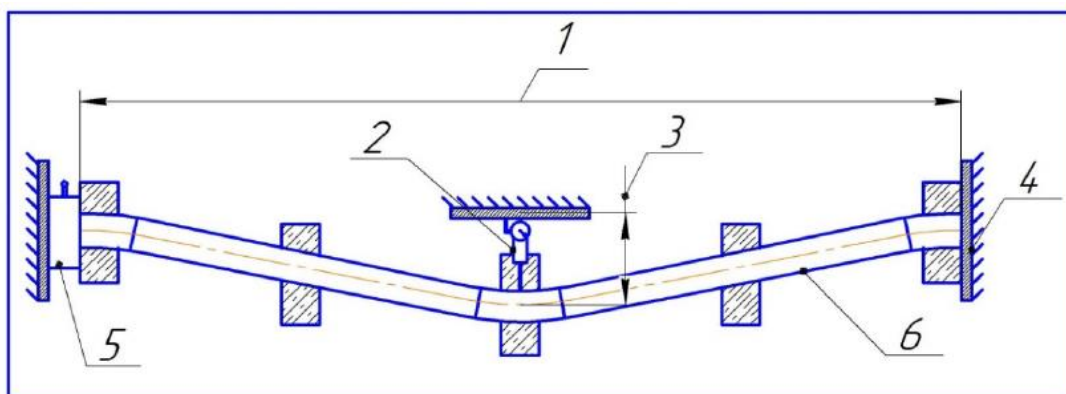


Рисунок 1 – V образный компенсатор.

В статье [5] с помощью программного продукта Ansys смоделирована экспериментальная конструкция компенсатора для расчёта напряжённо-деформированного состояния. В результате анализа (рисунок 2) выявлено, что данный вид компенсатора испытывает высокие нагрузки в нижней части, и в тоже время проходит испытание на предел прочности. Данный вид компенсатора можно рассмотреть для установки в местах высоких температурных расширений промышленных трубопроводов для предотвращения всплывтий.

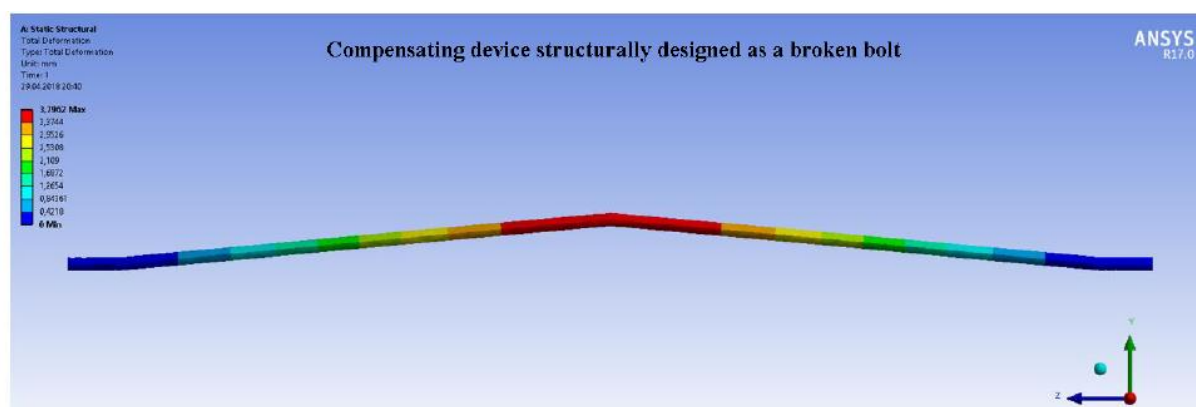


Рисунок 2 – Построение модели V образного компенсатора в Ansys

В научной статье [6] рассмотрена причина повреждения магистральных газопроводов при пересечении малых рек, это размыв грунта.

В работе предложены методы сохранения положения трубопровода на первоначальном положении, и обеспечении устойчивости при размыве грунта рядом с подводным трубопроводом. Метод установки заглубления преград, предложенный в статье, является эффективным способом борьбы с размывами грунта, при котором снижается скорость потоков в нижнем слое реки. Таким методом можно устранить гидродинамические воздействия на стенки трубопровода. Достоинства сооружения данного типа проанализированы в статье [6] и представлены на рисунке 3.

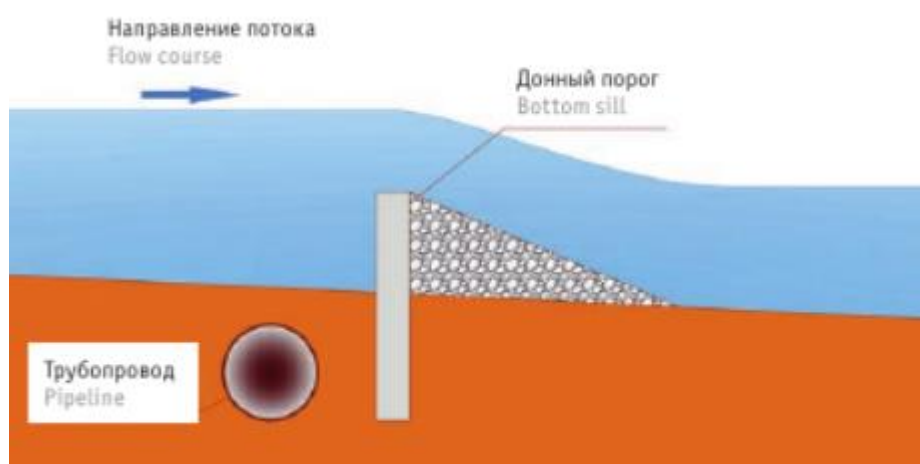


Рисунок 3 - Установка затрубных преград

В связи с вышеизложенным, в настоящее время актуальной задачей любого предприятия транспорта природного газа является выбор оптимального способа восстановления эксплуатационных свойств промысловых газопроводов, для решения проблем, связанных с их всплытием.

1 Общая часть

1.1 Описание района проведения работ

Данные взяты из Технического отчета о выполненных инженерных геодезических, геологических и метеорологических изысканиях.

Географическая характеристика местоположения промыслового трубопровода

В географическом отношении район работ расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины.

В административном отношении участок производства работ находится в [REDACTED], а конец трассы (от р. [REDACTED]) в [REDACTED] районе, Томской области на территории [REDACTED] и [REDACTED] месторождений, в [REDACTED] км к северо-западу от г. Томска. Район относится к малообжитым с плохо развитой дорожной сетью. Передвижение возможно по автозимникам. Ближайшая дорога с твердым покрытием соединяет [REDACTED] и [REDACTED] месторождения. Населенные пункты в районе работ немногочисленны. Ближайшие населенные пункты г. [REDACTED] и пос. [REDACTED]. Город [REDACTED] расположен в [REDACTED] км на юго-восток от [REDACTED], в [REDACTED] км от [REDACTED] и в [REDACTED] км от [REDACTED] месторождений, поселок [REDACTED] расположен в [REDACTED] км на север от [REDACTED], в [REDACTED] км от [REDACTED] и в [REDACTED] км от [REDACTED] месторождений. В г. [REDACTED] имеется аэропорт с бетонной взлетно-посадочной полосой, узел связи.

Характеристика рельефа. Рельеф местности в районе проектируемых

					Разработка технических решений по предотвращению всплывания промысловых трубопроводов в Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Зайцева А.Е.			Общая часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков П.В.					21	100
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б91		
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.						

объектов представляет собой плоскую, заболоченную поверхность с незначительными уклонами к водотокам. Углы наклона поверхности не превышают 2°. Абсолютные отметки местности изменяются в пределах от 85,17 до 131,13 м.

Геоморфология. В геоморфологическом отношении изучаемая территория находится в пределах Обь-Иртышской аккумулятивной равнины, сложенной верхнеплиоцен- нижнечетвертичными отложениями.

Гидрография. Гидрография района работ представлена реками [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], а также постоянно действующими ручьями и временными водотоками.

Климатическая характеристика местоположения промышленного трубопровода

Климат территории резко континентальный, характеризуется суровой продолжительной зимой (6 месяцев) с длительными морозами и устойчивым снежным покровом, коротким холодным летом, короткими переходными сезонами (особенно весна), поздними весенними и ранними осенними заморозками, коротким безморозным периодом. Наблюдаются резкие колебания температуры в течение года и даже суток.

Характеристика температурного режима приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Климатические характеристики района

Характеристика	Значение
1	2
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Минус 51
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	Плюс 37
Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	ЮЗ
Среднегодовая скорость ветра, м/с	2,5

Инженерно-геологические условия

Поверхность в районе работ плоская, залесённая, заболоченная, с грядовыми формами рельефа, пересечённая долинами рек и ручьев.

Категория сложности инженерно-геологических условий на участке строительства согласно приложения Б СП 11-105-97 [7] III (сложная).

Растительность района представлена смешанным лесом (пихта, ель, осина, береза, сосна, кедр) высотой до 28 м. Заболоченные участки поросли влаголюбивой растительностью.

Местами небольшие пространства занимают горелые участки леса, раскорчеванные с валами корчевания, встречаются участки с молодой порослью березы высотой до 5 м, луговой растительностью и вырубкой. Имеются просеки шириной 4 м, автозимники шириной 4 - 7 м.

Согласно СП 131.13330.2012 [8] (СНиП 23-01-99*) зона проектирования относится к I В климатическому подрайону для строительства, зона влажности - нормальная. Дорожно-климатическая зона II, тип местности 3.

Участок изысканий согласно СП 20.13330.2011 [9] находится по весу снегового покрова в IV районе, по давлению ветра в I районе, по толщине стенки гололеда во II районе.

Согласно карте общего сейсмического районирования (ОСР-97) территории Российской Федерации исследуемая площадь в сейсмическом отношении по всем уровням сейсмической опасности не опасная.

Согласно СНиП 22-01-95 [10] приложение Б категория опасности района – умеренно опасная.

Гидрогеологическая характеристика местоположения промыслового трубопровода

					Общая часть	Лист
						23
		№ докум.	Подпись	Дата		

В гидрогеологическом отношении район работ расположен в пределах центральной части Западно-Сибирского артезианского бассейна.

Подземные воды распространены повсеместно, представляют собой грунтовые воды первого от поверхности водоносного горизонта и болотные воды. Воды безнапорные, гидравлически связаны между собой и представляют единый водоносный горизонт. Глубина залегания уровня грунтовых вод на период изысканий (февраль- март 2016г) составляет 0.0-2.8 м, реже 4.1 м от поверхности земли.

По минерализации воды весьма пресные и пресные, величина сухого остатка изменяется от 0,093 до 0,63 г/дм³. По химическому составу воды, в основном гидрокарбонатные кальциевые, реже гидрокарбонатно-кальциево-натриевые. По содержанию хлоридов воды обладают слабой агрессивностью к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании и неагрессивные при постоянном погружении.

Воды обладают слабой степенью агрессивного воздействия к бетонам марки W4 по водородному показателю pH (СП 28.13330.2012[11]).

Геологическое строение грунтов

В геологическом строении участка на разведанную глубину (до 15,0 м) принимают участие:

- Современные отложения представлены (QIV) почвенно-растительным слоем.
- Современными озерно-болотные отложения (bQIV), представленные торфами сильно- и среднеразложившимися, нормально зольными.
- Верхнечетвертичные озерно-аллювиальные отложениям (IaQIII) представленные преимущественно тяжелыми суглинками с прослойками глин, глинами и реже мелкими и пылеватыми песками.

					Общая часть	Лист
						24
		№ докум.	Подпись	Дата		

Согласно ГОСТ 25100-2011[12] и ГОСТ 20522-2012[13] на изучаемой площади выделено 12 инженерно-геологических элементов и 1 слой, описание которых приводится ниже.

Слой 1 (QIV) – Мохово-растительный слой. Развиг повсеместно. Мощность 0.2-0.3 м

ИГЭ 2 (bQIV) – Торф сильноразложившийся, маловлажный, бурый и буровато-коричневый. Мощность слоя изменяется от 0,2 до 3,0 м.

ИГЭ 2а (bQIV)– Торф средне- и сильноразложившийся, бурый, средней влажности и очень влажный, бурый. Мощность его изменяется от 0,5 м до-3,0 м, средняя 0.8 м.

ИГЭ 3а (laQIII)– Суглинок тяжелый, полутвердый, пылеватый, бурый, ожелезненный. Мощность слоя составляет 1,5-2,0 м.

ИГЭ 3б (laQIII) - Суглинок тяжелый, тугопластичный, пылеватый, серый, с примесью органических остатков. Мощность слоя составляет 0,8-3,6 м. Вскрытая 9,6 м

ИГЭ 3в (laQIII) - Суглинок тяжелый, мягкопластичный, пылеватый, серый, с прослоями супеси и, с примесью органических остатков. Мощность составляет 2,2-5,5 м. Слой выстилает дно болот.

ИГЭ 3г (laQIII) – Суглинок легкий, текучепластичный, песчанистый, серый, с линзами песка, с примесью органических остатков. Мощность составляет 0,5-2,5 м.

ИГЭ 4а (laQIII) – Глина легкая, полутвердая, с прослоями твердой, пылеватая, бурая, озеленённая, с примесью органических остатков. Мощность составляет 1,4-3,0м.

ИГЭ 4б (laQIII) – Глина легкая, тугопластичная, серая, пылеватая, с примесью органических остатков. Мощность составляет 1,0-2,0 м.

					Общая часть	Лист
						25
		№ докум.	Подпись	Дата		

ИГЭ 4в (IaQIII) – Глина легкая, мягкопластичная, пылеватая, серая, ожелезненная, с примесью органических остатков. Мощность составляет 1,0-3,0 м.

ИГЭ 4г (IaQIII) – Глина легкая, текучепластичная, пылеватая, серая, с примесью органических остатков. Мощность составляет 0,6 -4,0 м.

ИГЭ 5п (IaQIII) – Песок пылеватый, серый с прослойками суглинка и примесью органики. Мощность составляет 2,4-4,3 м.

ИГЭ 5м (IaQIII) – Песок мелкий с линзами среднего, с прослойками суглинка и примесью органических остатков. Мощность составляет 0.8-3.0 м.

1.2 Характеристика объекта исследования

Проектируемый трубопровод расположен в [] и [] районах Томской области, на территории [] и [] месторождений, на землях лесного фонда в эксплуатационных лесах [] и [] лесничества.

Линейная часть промысловых трубопроводов согласно п.9.1.9 ГОСТ Р 55990- 2014 [14] оборудуется узлами пуска и приема средств очистки и диагностики в начале и в конце трасы. По трассе выполнено размещение узлов запорной арматуры в соответствии п.9.2.1 ГОСТ Р 55990-2014 [14].

Таблица 2 – Сведения о проектной мощности

Диаметр, толщина стенки, мм	Производительность проектная, млн. нм ³ /год	Протяженность трубопровода, км	Рабочее давление, МПа	Транспортируемая среда
325x10	400	97	10	Попутный нефтяной газ

На болотах I и II типов трубопроводы укладываются непосредственно на торфяное основание. Минимальные заложения откосов траншеи

					Общая часть	Лист
						26
		№ докум.	Подпись	Дата		

принимаются в соответствии с требованиями СП 86.13330.2014 [15] и СНиП 12-04-2002 [16] в зависимости от грунтовых условий. Укладку труб производить в соответствии с требованиями ВСН 004-88 [17], ВСН 005-88[18], СП 284.1325800.2016 [19] и других действующих нормативных документов. Все строительно-монтажные и земляные работы производятся в соответствии с требованиями нормативных документов СП 45.13330.2012 [20], ВСН 004-88[17] и других действующих нормативных документов.

Конструктивные решения балластировки трубопровода с применением утяжелителей охватывающего типа.

Расчет трубопровода на общую устойчивость в продольном направлении и против всплытия выполнен в соответствии с требованиями п. 12.6 ГОСТ Р 55990-2014[14] и раздела 12 СП 36.13330.2012[21].

Для обеспечения отрицательной плавучести газопровода Ду300 мм прокладываемого ниже уровня грунтовых вод проектной документацией предусмотрена балластировка контейнерами текстильными грунтонаполняемыми. В местах установки кожухов $\phi 530 \times 10$ предусматривается балластировка в зависимости от вида естественных и искусственных преград и так же типа утяжелителя:

- контейнерами текстильными грунтонаполняемыми с предварительным монтажом плети в защитный кожух на бровки в общую конструкцию или в осушенной траншее;

- утяжелителями чугунными кольцевыми на переходах водных преград с предварительным монтажом плети в забалластированный защитный кожух на бровки, в общую конструкцию и последующей укладкой с временной дамбы.

					Общая часть	Лист
						27
		№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3 - Потребное количество утяжелителей

Наименование	Количество, к-т	Масса ед., кг
Контейнер текстильный грунтонаполняемый для балластировки трубопровода Ду500 мм	49	1930
Утяжелитель чугунный кольцевой для балластировки трубопровода Ду500 мм	44	460

1.3 Технология строительства

Подготовительные работы

Технические решения, предусмотренные проектной документацией, представлены комплексом технологических, технических и организационных мероприятий, направленных, в первую очередь, на повышение эксплуатационной надежности, противопожарной и экологической безопасности трубопроводной системы.

Технические решения по строительству «Газопровода [REDACTED]» приняты по инженерно-технологическим и климатическим условиям района строительства на основании Технического задания, основных технических решений, согласованных с Заказчиком, технических условий и расчетов.

Проектная документация выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 55990-2014 [14], СП 34-116-97[22], СП 45.13330.2012[20], РД 39-132-94[23], ВСН 011-88[24] и Технических условий Заказчика.

Принятые технические решения обеспечивают максимальную надежность и экологическую безопасность проектируемого трубопровода.

Проектные решения по «Газопроводу [REDACTED]» предусматривают строительство:

- линейного трубопровода;

					Общая часть	Лист
						28
		№ докум.	Подпись	Дата		

- переходов трубопровода через естественные и искусственные препятствия;
- площадок обслуживания запорной арматуры;
- узлов запорной арматуры;
- камеры запуска ОУ;
- систем ЭХЗ, электроснабжения, автоматики и связи;
- вертолетных площадок.

Земляные работы

Проведение земляных работ при строительстве, капитальном ремонте линейных сооружений представляет собой механизированную разработку траншеи под прокладываемый трубопровод. Земляные работы при строительстве трубопровода состоят из 3 основных этапов: вскрытие, подработка траншеи и обратная засыпка уложенного и сваренного трубопровода. Земляные работы являются работами повышенной опасности и выполняются по наряду-допуску согласно схеме разработки траншеи и схеме расположения отвала грунта. Земляные работы оформляются в соответствии с требованиями ВСН 013-88[25] для магистральных трубопроводов и ВСН 005-88 [18] для промысловых. Согласно этим требованиям, работы сопровождаются оформлением исполнительно-технической документации. В состав комплекта исполнительно-технической документации входят:

- Общий журнал работ
- Журнал производства земляных работ
- Акты освидетельствования скрытых работ на вскрытие и с последующим разрешением на дальнейшие работы (в т.ч. обратная засыпка)

Сварочно – монтажные работы

Проведение сварочно-монтажных работ при строительстве газопровода осуществляется после оформлении наряда-допуска на

					Общая часть	Лист
						29
		№ докум.	Подпись	Дата		

выполнение огневых работ на взрывопожароопасных объектах. Сварочные работы выполняются аттестованными сварщиками по разработанной технологической карте. В технологической карте, составленной специалистом сварочного производства, аттестованному в НАКС не ниже 3 уровня и заверенной главным сварщиком.

Работы осуществляются электродами, допущенными к данному виду работ.

Условия хранения электродов, применяемых в строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных и промышленных газопроводов должны неукоснительно соблюдаться. Сварочные электроды должны храниться в вентилируемом помещении с относительной влажностью не более шестидесяти процентов и уложенными в штабели не больше, чем пять пачек в высоту. Сварочные электроды прокаливаются перед использованием не чаще трех раз. Прокалка электродов осуществляется с целью выпаривания находящейся в них жидкости. Перед осуществлением сварочных работ торцы свариваемых элементов проводит визуальный контроль, что подтверждается актом осмотра торцов. Затем катушка или труба помещается во внутренний или наружный центратор. После помещения катушки или трубы центратор сварщиками выполняется корневой шов, затем центратор снимается и происходит заполнение и формирование облицовочного шва, согласно имеющиеся утвержденной технологической карте [26].

При строительстве, реконструкции и капитальном ремонте объектов магистральных и промышленных газопроводов могут применяться следующие схемы организации сварочно-монтажных работ:

- поточно-расчлененным методом крупными бригадами сварщиков (операторов);
- поточно-групповым методом, как правило, бригадами сварщиков (операторов) средней численности;

					Общая часть	Лист
						30
		№ докум.	Подпись	Дата		

- методом последовательного наращивания малочисленной бригадой сварщиков;

- стационарно-групповым методом выполнения каждого сварного соединения одной малочисленной бригадой сварщиков.

Производство сварочных работ поточно-расчлененным методом требует разделения операций подготовки, сборки и послойного выполнения сварных соединений труб с целью достижения синхронности работ нескольких звеньев (постов), объединенных в одну сварочную колонну. Сварщик (оператор) выполняет снаружи трубы на каждом кольцевом сварном соединении определенный сектор одного или нескольких слоев шва, после чего перемещается к следующему сварному соединению вместе со своим сварочным звеном. При двухсторонней сварке внутренний (корневой) слой и подварочный слой шва полностью выполняются изнутри трубы одним сварщиком (оператором). Темп движения сварочной колонны по трассе газопровода, и, соответственно, производительность сварки, определяются временем сборки кольцевого сварного соединения и сварки первого (корневого) слоя шва или корневого слоя с горячим проходом, а также временем перемещения сварочной колонны от сварного соединения к сварному соединению. Схема организации работ поточно-расчлененным методом максимально эффективна при высоком качестве подготовительных работ и синхронизации времени работы всех звеньев с темпом движения сварочной колонны. Данная схема организации работ может быть использована с применением автоматических и механизированных способов сварки. Сварные стыки проходят визуально-измерительный контроль, ультразвуковой и радиографический. На основании заключений лаборатории неразрушающего контроля оформляется акт на гарантийное сварное соединение, сведения о стыке вносятся в сварочный журнал. При сварке целых труб, соединительных деталей трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры проводится комплекс гидравлических испытаний, подтверждающихся формированием акта на проведение гидравлических

					Общая часть	Лист
						31
		№ докум.	Подпись	Дата		

испытаний. Укрупненные узлы, заранее изготавливаются в заводских условиях или на специальных площадках укрупнительной сборки, организуемых на производственной базе подрядчика или на строительных площадках технологических объектов.

На площадке организуются участки:

- механической и термической резки и подготовки кромок трубных заготовок;
- поворотной автоматической сварки под слоем флюса;
- автоматической и механизированной сварки плавящимся электродом;
- ручной и автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом;
- ручной дуговой сварки покрытыми электродами;
- неразрушающего контроля качества сварных соединений

Балластировка и закрепление трубопроводов

В случае необходимости при положительной плавучести газопроводов применяются средства балластировки

Балластировка трубопровода – способ обеспечения устойчивости, применяемый для трубопроводов, проложенных через водные преграды и на заболоченных или обводненных участках.

Балластировка нужна для надежной работы трубопроводов. Данный метод сохраняет положение газопровода на проектных отметках. Также балластировка обеспечивает дополнительную защиту от воздействия внешних факторов, якорей речных судов, рабочих частей строительной техники.

Основными видами балластирующих устройств являются:

- *Кольцевые*

Представляет собой 2 части цилиндра, внутренняя часть которых приближённо равна номинальному диаметру трубопровода. Монтаж

					Общая часть	Лист
						32
		№ докум.	Подпись	Дата		

осуществляется на уложенный трубопровод и стягивается, образуя единую систему с плотным прилеганием к внешней стенке



Рисунок 4 – Типовая конструкция утяжелителя кольцевого типа

- Охватывающие

Представляет собой систему сцепленных контейнеров или готовых утяжелителей. Монтаж осуществляется на уложенный трубопровод по обе стороны от его оси. Засыпается минеральным грунтом. Балластировка проходит по всей длине эксплуатируемого участка или частично, в зависимости от свойств среды прокладки

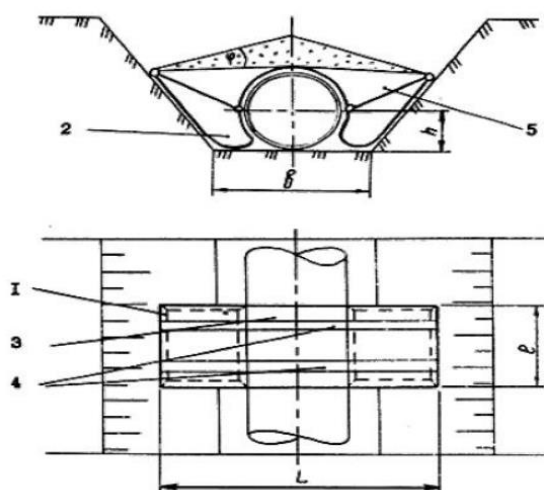


Рисунок 5– Типовая конструкция утяжелителя охватывающего типа

- Седловидные

Геометрически выверенное устройство, представляет собой прямоугольный параллелепипед, усечённый цилиндром с одной из его граней. Монтируется сверху на уложенный трубопровод

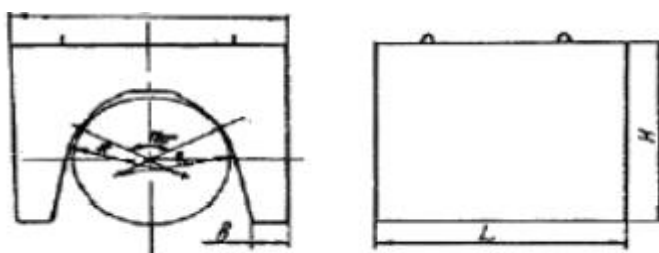


Рисунок 6 – Типовая конструкция утяжелителя седловидного типа

- Анкерные

Устройства, представляющие собой систему сцепленных свай, забивающихся по обе стороны от трубопровода ниже границы вымораживания. В отличие от предыдущих типов балластировки несущая способность формируется лопастями диска или раскрывающимися лепестками, препятствующих свободный выход сваи. Мощность торфяного слоя болота, где будет устанавливаться анкеры, не должна превышать глубину траншеи. Также анкеры смогут сохранять трубопровод на проектных отметках, закрепленные в вечно мерзлых грунтах, глинистом, песчаном грунте, несущее крепление которых должно находиться в твердом основании.

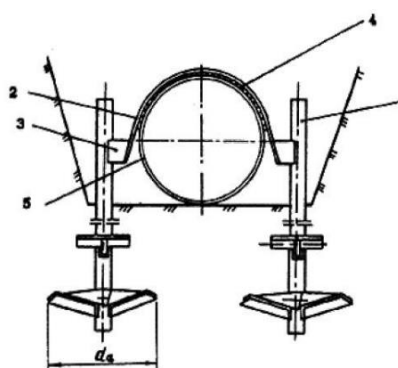


Рисунок 7 – Типовая конструкция анкерного устройства с раскрывающимися лепестками

Для выбора подходящего средства закрепления газопровода надо учитывать геологию и гидрогеологию местности, схему прокладки и изменения поворотов трассы, сезон строительно-монтажных работ и условий эксплуатации. В таблице 4 представлена классификация по типу и материалу конструкций.

Таблица 4 - Классификация конструкций балластировки

Типы конструкций	По материалу	Способы укладки	Места установки
Кольцевой	Чугунные, железобетонные, полимерно-контейнерные и габионные	С помощью трубоукладчика, болотного экскаватора, крана-амфибии или вертолета.	На подводных переходах через реки,
Охватывающий Седловидный			На обводненных, заболоченных и периодически затопляемых участках
Анкерный	Винтовые или свайные устройства с раскрывающимися лепестками.	Завинчивающие, забивные	Преимущественно в вечномерзлых и талых грунтах.

При выборе утяжелителей учитывается диаметр трубопровода. По ТУ 4834-002-55721815-2008 [27] составлена таблица 5

Таблица 5 – Сравнительная таблица утяжелителей

Наименование	Применимы к трубопроводам диаметр, мм	Тип соединения	Составные части
УТК	От 325 до 1420	Посредством шпилек, гаек и шайб	Два охватывающих трубу полукольца
УБО	От 530 до 1420	Соединительные пояса	Два железобетонных блока
УБК	От 325 до 1420	-	Железобетонный блок

УБП	От 219 до 1020	Соединительные пояса	Два железобетонных блока
КТ	От 219 до 1420	Рамка жесткости	Оболочечная конструкция с грунтом

Утяжелители, представленные в таблице 5 подходят по области применения (на переходах через реки и подводные преграды, болота, заболоченные и периодически заполняемые водой поймы рек), но из рассмотренных утяжелителей не подходит тип УБО, т.к. данный вид идет для трубопровода большего диаметра.

Анкерные устройства – технология обеспечивающая устойчивое положение газопроводов обводненной, заболоченной местности, при эксплуатации трубопровода, проходимых через болота. В таблице 6 представлен анализ анкерных устройств от нормативному документу [28].

Таблица 6 – Анализ анкерных устройств

Наименование	Составная часть
Винтовые анкерные устройства типа ВАУ-1	Винтовые анкеры, две анкерные тяги
Анкеры раскрывающегося типа АР-40I и АР-40IB	Анкер раскрывающийся, прокладка, хомут, мат, трубопровод

Проведя анализ балластировки, наиболее подходящей для дальнейшего расчета будет балластировка типа КТ и винтовые анкерные устройства типа ВАУ-1.

Балластировку контейнерного типа (КТ) рекомендуется устанавливать на обводненных участках и в болотах, с соответствующим диаметром трубопровода до 1420 мм. Представленная конструкция утяжелителя на

(рисунок 8) выполнена замкнутой оболочечной конструкции, соединенные между собой неразъёмно. [29].

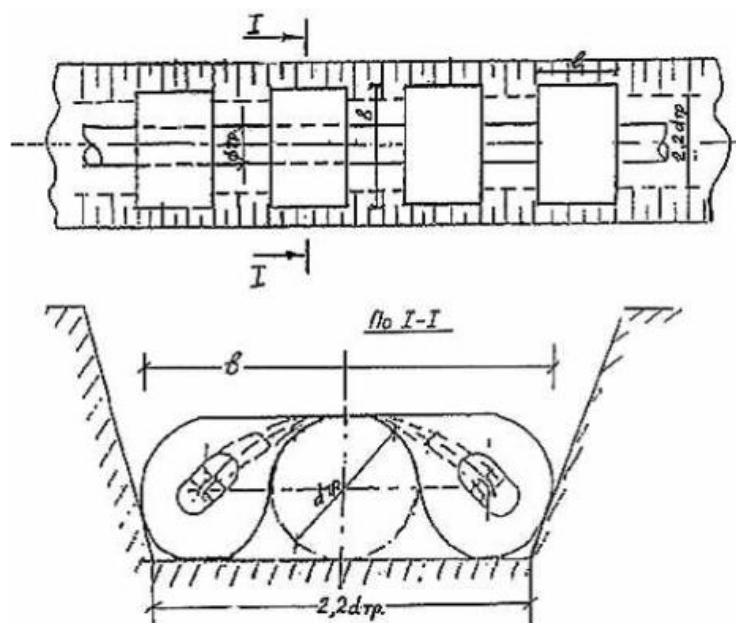


Рисунок 8– Контейнерный утяжелитель типа КТ на газопроводе

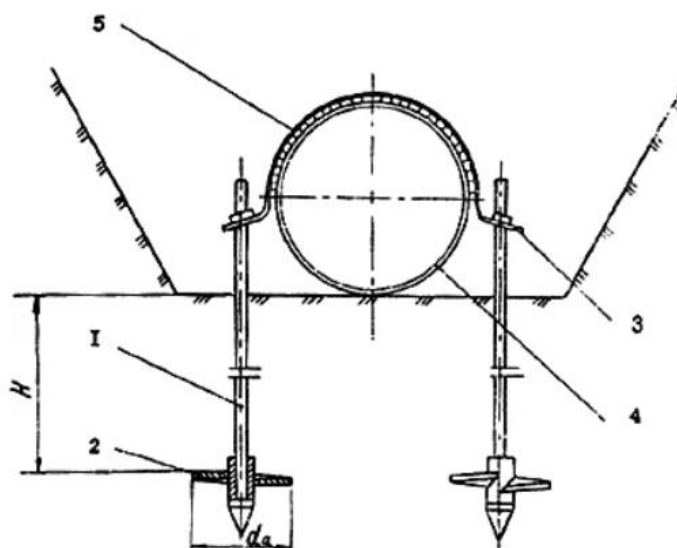


Рисунок 9 – Винтовое анкерное устройство ВАУ-1

1.4 Сведения и классификация болот

Болотный участок, который расположился на территории Томской области, а также в Омской и Новосибирской областях, называется

					Общая часть	Лист
						37
		№ докум.	Подпись	Дата		

Васюганским болотом. Это большая болотная система между реками Обь и Иртыш. Болоту Западной Сибири уже более 10 тысяч лет. Протяжённость болот с запада на восток составляет около 550 км, а с севера на юг в осевой части — в среднем 50-80 км. Общая площадь водно-болотных угодий составляет 53 тыс.км², что составляет около 2% от всей площади торфяных болот мира. Территория продолжает активно заболачиваться: с каждым годом наблюдается прирост площади Васюганских болот в среднем на 18 км².

Ландшафтная структура Васюганских болот совмещает верховые, низинные и лесные болота.

Верховые болота — это особый тип болотных экосистем, который образуется в результате накопления воды и разложения органического материала на высокогорных или холмистых районах. Они отличаются от других типов болот тем, что находятся на относительно высоких местах и получают свою воду из атмосферных осадков, источников или протекающих рек.

Верховые болота обычно образуются в впадинах или в высокогорных областях, где накопление воды происходит из-за пониженной проницаемости грунта или наличия глинистых слоев. Они часто образуются на склонах гор или в горных долинах, где вода стекает и собирается, создавая влажную среду, поддерживающую разнообразные растительные и животные виды.

Верховые болота являются важными экосистемами, поскольку они выполняют несколько функций. Они служат водохранилищами, задерживая и поглощая воду, что помогает снизить потоки и предотвратить наводнения в нижних регионах. Они также выполняют роль фильтров, улавливая загрязнения и нитраты, что способствует улучшению качества воды.

Верховые болота предоставляют уникальные условия для развития растительности. Они часто покрыты мхами, лишайниками и специализированными видами растений, которые приспособились к высокой

					Общая часть	Лист
						38
		№ докум.	Подпись	Дата		

влажности и низкому содержанию питательных веществ. Эти экосистемы являются местом обитания для различных видов редких растений, насекомых, птиц и животных.



Рисунок 10 – Верховые болота

Низинные болота - это тип болотных экосистем, которые образуются в низменных областях, где наблюдается задержка воды и недостаток дренажа. Они часто формируются в депрессиях или вдоль рек и водных потоков, где вода не может эффективно стекать или выпариваться.

Низинные болота получают свою воду из различных источников, включая атмосферные осадки, поверхностные воды, подземные источники или водные потоки. Вода в низинных болотах может быть стоячей или медленно текущей, что способствует накоплению органического материала и созданию уникальной среды для различных растений и животных.

Одной из особенностей низинных болот является высокое содержание гумуса в почве. Вода, задерживаясь в болоте, замедляет разложение органического материала, что приводит к накоплению гумуса. Это делает почву плодородной и способствует развитию специфической растительности, такой как тростник, камыш, кувшинки и водяные лилии.

Низинные болота являются важными экосистемами, предоставляющими множество экологических выгод. Они служат водохранилищами, способствуют задержке воды в ландшафте и уменьшению риска наводнений. Кроме того, они выполняют функцию фильтра, улавливая

					Общая часть	Лист
						39
		№ докум.	Подпись	Дата		

загрязнения и питательные вещества, что помогает очистить воду, прежде чем она попадет в реки или подземные воды.

Низинные болота также служат местами обитания для разнообразных видов растений и животных. Они предоставляют убежище и пищу для водных птиц, рыб, насекомых и других животных.



Рисунок 11 – Низинные болота

Лесные болота - это тип болотных экосистем, которые образуются в лесистых районах, где накапливается вода и разлагается органический материал. Они представляют собой места с высокой влажностью, где недостаток дренажа приводит к задержке воды и формированию специфической растительности.

Одной из особенностей лесных болот является наличие деревьев, которые адаптировались к влажной среде. Эти деревья, известные как болотные деревья или болотные породы, способны переносить постоянно высокий уровень воды. Такие деревья, как береза, ива, ель и кипарис, часто встречаются в лесных болотах и играют важную роль в их экосистеме.

Лесные болота являются жизненно важными экосистемами, предоставляющими различные экологические услуги. Они служат резервуарами воды, задерживающими и регулируемыми водные потоки. Они также выполняют функцию фильтра, задерживая загрязнения и питательные вещества, что помогает улучшить качество воды, прежде чем она попадет в реки и водные системы.

					Общая часть	Лист
						40
		№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 12 – Лесные болота

Васюганские болота, расположенные в Сибири, являются одними из крупнейших и наиболее известных торфяных болот в мире. Торф — это слой органического материала, состоящий из мертвых растений, который накапливается в условиях высокой влажности и недостатка кислорода. Васюганские болота содержат огромные запасы торфа, которые накапливались на протяжении тысячелетий.

Торф в Васюганских болотах имеет огромное значение. Он является важным природным ресурсом и используется в различных отраслях, включая сельское хозяйство, топливную промышленность и строительство. Торф используется как удобрение, субстрат для выращивания растений.

I категория — болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и неоднократное передвижение болотной техники с давлением 0,02-0,03 МПа или работу обычной техники с помощью щитов, сланей или дорог, обеспечивающих снижение давления на поверхность залежи до 0,02 МПа.

Болота I категории, также известные как слабощелочные болота или болота с низким содержанием питательных веществ, являются одним из разнообразных типов болотных экосистем. Они характеризуются относительно низким содержанием питательных веществ и высоким уровнем щелочности или щелочным pH. В отличие от других типов болот, болота первого типа обычно не получают большое количество питательных веществ из воды, поступающей из окружающей среды.

					Общая часть	Лист
						41
		№ докум.	Подпись	Дата		

II категория — болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и передвижение строительной техники только по щитам, сланям и временным дорогам, обеспечивающим снижение давления на поверхность залежи до 0,01 МПа.

Болота II категории, также известные как сильнощелочные болота или болота с высоким содержанием питательных веществ, представляют собой один из важных видов болотных экосистем. Они отличаются высоким уровнем питательности и щелочным pH.

Основной особенностью болот II категории является высокое содержание питательных веществ, таких как азот и фосфор. Эти питательные вещества могут поступать в болота из различных источников, включая воду, поступающую из окружающих водных систем, а также из атмосферных осадков и органического материала, накапливающегося в болотной зоне.

III категория — болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой, допускающие работу только специальной техники на понтонах или обычной техники с плавучих средств. Заболоченными называются участки, грунты которых имеют значительное водонасыщение и торфяной покров менее 0,5-0,6 м, а к обводненным — участки, покрытые водой и не имеющие торфяного покрова. Глубокие болота большой протяженности с низкой несущей способностью торфяного покрова необходимо проходить в зимний период, а мелкие небольшие — летом. [30]

Васюганские болота являются значительной областью добычи нефти и газа. Этот регион Сибири известен своими богатыми запасами углеводородов, которые находятся в глубине болот и прилегающих территорий. Различные нефтегазовые компании проводят активную добычу в этом районе, используя различные методы, включая бурение скважин и добычу подземными методами. Однако добыча нефти и газа в Васюганских болотах также сопряжена с серьезными экологическими и социальными последствиями, так

					Общая часть	Лист
						42
		№ докум.	Подпись	Дата		

как это уникальная экосистема с высоким биоразнообразием и уязвимыми видами растений и животных.

1.5 Анализ всплытий промысловых трубопроводов

На линейной части промыслового трубопровода были выявлены всплытия в начале газопровода, где температура среды максимальная, состав грунтов торфяной, глинистый, участок с болотами первого и второго типа.

Всплытие промыслового трубопровода может быть вызвано рядом причин:

Геологические особенности: Болотистые условия характеризуются мягкими и неравномерными грунтами, включающими глину, ил и воду. Эти особенности могут создавать нестабильность и непредсказуемость грунта, что усложняет прокладку и эксплуатацию трубопровода.

Подтопление: Болотистые районы часто подвержены подтоплению из-за высокого уровня грунтовых вод. Под действием подтопления грунт может потерять свою несущую способность, что приводит к возможности всплытия трубопровода.

Неправильная проектировка и строительство: Если проектирование и строительство трубопровода не учитывают особенности болотистой местности, это может привести к недостаточной устойчивости и проблемам с фиксацией трубы в грунте. Неправильное соединение и недостаточная жесткость трубопроводов могут также способствовать их всплытию.

Естественные факторы: Естественные явления, такие как землетрясения или сезонные изменения уровня грунтовых вод, могут оказывать воздействие на болотистые районы и способствовать всплытию трубопроводов.

Недостаточная глубина залегания: Если трубопровод проложен на недостаточной глубине, то воздействие температуры горячего газа может

					Общая часть	Лист
						43
		№ докум.	Подпись	Дата		

вызвать нагрев и размягчение грунта, что приводит к поднятию трубопровода на поверхность.

Подземные воды: Наличие высокого уровня подземных вод может способствовать всплытию трубопровода. Вода может проникать вокруг трубы и под действием гидростатического давления поднимать ее на поверхность.

Газовые пузыри: Если транспортируемый газ содержит растворенные газы или происходит выделение газов в процессе транспортировки, образующиеся газовые пузыри могут создавать плавучий эффект, вызывая всплытие трубопровода.

Недостаточная фиксация: Неправильная или недостаточная фиксация трубопровода может привести к его всплытию. Если трубопровод недостаточно укреплен или не имеет достаточного количества крепежных элементов, то он может подняться на поверхность при воздействии внешних факторов.

Нарушение целостности трубы: Повреждения или коррозия стенок трубы могут привести к уменьшению ее прочности и стабильности. Если стенка трубы нарушена, то она становится более подверженной всплытию.

Для предотвращения всплытия промышленного трубопровода, следует принять следующие меры:

Тщательное геологическое и гидрогеологическое исследование местности перед проектированием и строительством трубопровода.

Правильное выбор материалов, которые обладают высокой стойкостью к коррозии и способны выдерживать высокие температуры горячего газа.

Глубокая прокладка трубопровода, чтобы минимизировать воздействие температуры на грунт и предотвратить его размягчение.

Дополнительные меры фиксации, такие как использование опорных конструкций, анкеров и специальных крепежных элементов, чтобы обеспечить устойчивость трубопровода.

					Общая часть	Лист
						44
		№ докум.	Подпись	Дата		

Регулярное обслуживание и контроль состояния трубопровода для выявления повреждений, коррозии и других потенциальных проблем.

Обучение и обеспечение квалифицированного персонала, занимающегося эксплуатацией и обслуживанием трубопровода.

Учитывая все эти факторы и принимая соответствующие меры, можно снизить риск всплытия промышленного трубопровода.

2 Расчетная часть

2.1 Расчет толщины стенки трубопровода

Расчёт выполнен согласно п. 12 ГОСТ Р 55990- 2014[14].

Таблица 7 –Исходные данные для расчета

Величина, единица измерения	Значение
Наружный диаметр (D), м	0,325
Давление (p), МПа	10
Нормативное сопротивление растяжению (σ_u), МПа	510
Нормативное сопротивление сжатию (σ_y), МПа	372
Коэффициент надежности по нагрузке (γ_{fr})	1,10
Коэффициент условий работы трубопровода (γ_d)	0,767
Коэффициент надежности по материалу труб (γ_{mu})	1,4
коэффициент надежности по материалу труб (γ_{my})	1,15
Коэффициент надежности по ответственности трубопровода (γ_n)	1,10
Марка стали	13ХФА
Класс прочности стали	K52

1. Расчетные сопротивления растяжению (сжатию) определяется по формулам:

$$R_u = \frac{\sigma_u \cdot \gamma_d}{\gamma_{mu} \cdot \gamma_n}, \quad (1)$$

$$R_y = \frac{\sigma_y \cdot \gamma_d}{\gamma_{my} \cdot \gamma_n}, \quad (2)$$

					Разработка технических решений по предотвращению всплывания промысловых трубопроводов в Томской области						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Зайцева А.Е.			Расчетная часть			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Бурков П.В.								46	100
Консульт.								Отделение нефтегазового дела Группа 2691			
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.									

$$R_u = \frac{510 \cdot 0,767}{1,40 \cdot 1,1} = 254,0 \text{ МПа},$$

$$R_y = \frac{372 \cdot 0,767}{1,15 \cdot 1,10} = 225,6 \text{ МПа}.$$

2. Расчетная толщина стенки трубопровода определяется по формуле:

$$t_d = \max\{t_u; t_y\}, \quad (3)$$

$$t_u = \frac{\gamma_{fr} \cdot p \cdot D}{2 \cdot R_u}, \quad (4)$$

$$t_y = \frac{\gamma_{fr} \cdot p \cdot D}{2 \cdot R_y}, \quad (5)$$

$$t_u = \frac{1,10 \cdot 10 \cdot 325}{2 \cdot 254,0} = 7,03 \text{ мм},$$

$$t_y = \frac{1,10 \cdot 10 \cdot 325}{2 \cdot 225,6} = 7,92 \text{ мм}.$$

В соответствии с (3) максимальная расчетная толщина стенки для труб диаметром 325 мм равна 7,92 мм.

Необходимо учитывать скорость коррозии с внутренним антикоррозионным покрытием в первые 10 лет, согласно сроку службы внутреннего покрытия составляет 0 мм/год, последующие 10 лет скорость коррозии 0,1 мм/год. Соответственно прибавка составит 1 мм.

Толщина стенки для трубопровода диаметром 325 мм принята 10 мм в соответствии с типовыми решениями Компании.

Таблица 8 – Расчетные данные толщины стенки трубопроводов

Наружный диаметр трубопровода, мм	Толщина стенки min (t_u), мм	Толщина стенки max (t_y), мм	Допустимая толщина стенки согласно ГОСТ Р 55990-2014 (t_y), мм	Прибавка на коррозию, мм	Расчетная толщина стенки, мм	Принятая толщина стенки, мм
325	7,03	7,92	4	1	8,92	10

2.2 Проверка условий прочности

Расчет выполнен согласно п. 12 ГОСТ 55990-2014 [14].

Таблица 9 –Исходные данные для расчета

Величина, единица измерения	Значение
Наружный диаметр (D), м	0,325
Давление (p), МПа	10
Толщина стенки трубы номинальная (t), м	0,01
Коэффициент надежности по нагрузке (γ_{fr})	1,10
Расчетное сопротивление материала труб по прочности (R_u), МПа	254,0
Расчетное сопротивление материала труб по текучести (R_y), МПа	225,6
Нормативное сопротивление сжатию (σ_y), МПа	372
Расчетный коэффициент (f_l)	0,6
Расчетный коэффициент (f_{eq})	0,9
Коэффициент Пуассона (μ)	0,3
Модуль упругости материала труб (E), МПа	206000
Коэффициент линейного температурного расширения (α), $^{\circ}\text{C}^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Температурный перепад (ΔT), $^{\circ}\text{C}$	60
Радиус упругого изгиба (R), м	400

Расчет трубопровода на прочность состоит в выполнении проверок кольцевых напряжений; продольных напряжений; эквивалентных напряжений.

1. Расчет кольцевых напряжений:

Условие прочности для кольцевых напряжений выполняется, если выполняется условие кольцевое напряжение σ_h

					Расчетная часть	Лист
						48
		№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma_h = \min\{R_u; R_y\}, \quad (6)$$

где σ_h – кольцевое напряжение от внутреннего давления, МПа;

$$\sigma_h = \frac{\gamma_{fr} \cdot p \cdot D}{2 \cdot t}, \quad (7)$$

$$\sigma_h = \frac{1,10 \cdot 10 \cdot 325}{2 \cdot 10} = 179 \text{ МПа.}$$

2. Расчет продольных и эквивалентных напряжений:

Проверку условий прочности для продольных и эквивалентных напряжений следует выполнять по формулам:

$$\sigma_I \leq f_I \sigma_y, \text{ если } \sigma_I \geq 0, \quad (8)$$

$$\sigma_{eq} \leq f_{eq} \sigma_y, \text{ если } \sigma_I < 0, \quad (9)$$

где σ_I – продольное напряжение от расчетных нагрузок и воздействий, МПа;

σ_{eq} – эквивалентное напряжение по теории Мизеса, МПа.

Эквивалентное напряжение, соответствующее теории Мизеса σ_{eq} , МПа, вычисляют по формуле:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_h^2 - \sigma_h \sigma_I + \sigma_I^2}. \quad (10)$$

Продольные напряжения в подземных трубопроводах следует определять с учетом упругопластической работы материала труб. Расчетная схема участка трубопровода должна отражать условия работы трубопровода и взаимодействие его с грунтом.

Продольные напряжения σ_I , МПа, для подземных трубопроводов при отсутствии продольных и поперечных перемещений вычисляют по формуле:

$$\sigma_I = \mu \cdot \sigma_h - E \cdot \alpha \cdot \Delta T \pm \frac{ED}{2R}, \quad (11)$$

$$\sigma_{I1} = 0,3 \cdot 179 - 0,000012 \cdot 206000 \cdot 60 + \frac{206000 \cdot 0,325}{2 \cdot 400} = -11 \text{ МПа,}$$

					Расчетная часть	Лист
						49
		№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma_{I2} = 0,3 \cdot 179 - 0,000012 \cdot 206000 \cdot 60 - \frac{206000 \cdot 0,325}{2 \cdot 400} = -178 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{179^2 - 179 \cdot (-178) + (-178)^2} = 309 \text{ МПа}.$$

Результаты расчета сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты расчета трубопровода на прочность

Диаметр, толщина стенки, мм	p, МПа	R _u , МПа	R _y , МПа	σ _h , МПа	σ _{I1} , МПа	σ _{I2} , МПа	σ _{eq} , МПа	f _{eq} σ _y , МПа
325X10	10	254,0	225,6	179	-11	-178	309	334,8

Из таблицы 10 видно, что условия прочности подземных трубопроводов выполняются

$$\sigma_h \leq \min\{R_u; R_y\},$$

$$\sigma_I \leq f_I \sigma_y,$$

$$\sigma_{eq} \leq f_{eq} \sigma_y.$$

2.3 Проверка общей устойчивости участков трубопровода

Расчет выполнен согласно п. 12 ГОСТ 55990-2014 [14].

Таблица 11 –Исходные данные для расчета

Величина, единица измерения	Значение
Наружный диаметр (D), м	0,325
Внутренний диаметр трубы (D _{вн}), м	0,305
Давление (p), МПа	10
Толщина стенки трубы номинальная (t), м	0,01
Радиус упругого изгиба (R), м	400

Коэффициент запаса общей устойчивости ($k_{u.b.}$)	1,3
Коэффициент надежности по внутреннему давлению (γ_{fp})	1,1
Погонный вес трубопровода (w), МН/м	0,0007
Глубина засыпки от поверхности грунта до верха трубы (H), м	1,5
Коэффициент сцепления грунта засыпки (c), МПа	0,02
Температурный перепад (ΔT), °C	60
Коэффициент Пуассона (μ)	0,3
Модуль упругости материала труб (E), МПа	206000

Общая устойчивость участка трубопровода выполняется в случае, если удовлетворяется условие:

$$S \leq \frac{1}{k_{u.b.}} \cdot N_{cr}, \quad (12)$$

где S – эквивалентное продольное осевое усилие в сечении трубопровода, МН;

N_{cr} – продольное критическое усилие, которое определяется с учетом радиуса кривизны оси, высоты засыпки, свойств грунта, балластировки и закрепления анкерами, возможного обводнения, МН;

$k_{u.b.}$ – коэффициент запаса общей устойчивости, для участков трубопроводов категории С.

1. Эквивалентное продольное усилие в сечении трубопровода вычисляется по формуле:

$$S = \alpha \cdot E \cdot \Delta T \cdot A_s + (1 - 2 \cdot \mu_0) \cdot A_i \cdot \gamma_{fp} \cdot \rho, \quad (13)$$

где A_s – площадь поперечного сечения трубы (стали), м²;

A_i – площадь поперечного сечения трубопровода "в свету", м²;

2. Значение критического продольного усилия находится по формуле:

$$N_{cr} = 0,372 \cdot q^* \cdot \rho, \quad (14)$$

где q^* – предельная несущая способность грунта при выпучивании трубопровода (на криволинейных участках), МН/м.

$$q^* = w + q_s^*, \quad (15)$$

где q_s^* – предельная несущая способность грунта при выпучивании трубопровода, МН/м:

- для глинистых и других связных грунтов по формулам:

$$q_s^* = k_{н.с.} \cdot c \cdot D, \quad (16)$$

$$k_{н.с.} = \min\{3,0; \frac{H}{D}\}, \quad (17)$$

$k_{н.с.}$ – коэффициент учета высоты засыпки для глинистых грунтов принят 5,5;

$$A_s = \frac{\pi}{4} (D^2 - D_{вн}^2) = \frac{\pi}{4} (0,325^2 - 0,305^2) = 0,01 \text{ м}^2, \quad (18)$$

$$A_i = \frac{\pi}{4} D_{вн}^2 = \frac{\pi}{4} \cdot 0,305^2 = 0,07 \text{ м}^2, \quad (19)$$

$$S = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 206000 \cdot 60 \cdot 0,01 + (1 - 2 \cdot 0,3) \cdot 0,07 \cdot 1,1 \cdot 10 = 1,79 \text{ МН},$$

$$q_s^* = 5,5 \cdot 0,02 \cdot 0,325 = 0,036 \frac{\text{МН}}{\text{м}},$$

$$q^* = 0,00077 + 0,036 = 0,037 \frac{\text{МН}}{\text{м}},$$

$$N_{cr} = 0,372 \cdot 0,037 \cdot 400 = 5,5 \text{ МН}.$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 12.

					Расчетная часть	Лист
						52
		№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 12 – Результаты проверки общей устойчивости трубопровода

Трубопровод, мм	$A_s, \text{м}^2$	$A_i, \text{м}^2$	$S, \text{МН}$	$q_s^*, \text{МН/м}$	$N_{cr}, \text{МН}$	$\frac{N_{cr}}{k_{u.b.}}, \text{МН}$
325x10	0,01	0,07	1,79	0,036	5,5	4,2

Общая устойчивость трубопровода выполняется, т. к. $S < \frac{1}{k_{u.b.}} \cdot N_{cr}$.

2.4 Устойчивость положения трубопровода

Расчет выполнен согласно п. 12 ГОСТ 55990-2014 [14].

Таблица 13 – Исходные данные

Наружный диаметр трубы (D), м	0,325
Наружный диаметр трубы с изоляцией ($D_{н.и.}$), м	0,329
Внутренний диаметр трубы ($D_{вн.}$), м	0,305
Тип изоляции: заводское полиэтиленовое покрытие на всех трубах толщиной, м	0,002
Плотность изоляции ($\rho_{из}$), Н/м ³	10000
Коэффициент надежности устойчивости положения трубопровода против всплытия ($k_{н.в.}$)	1,05
Коэффициент надежности по нагрузке (γ_{fr})	1,10
Плотность воды с учетом растворенных в ней солей (ρ_v), Н/м ³	11000
Удельный вес металла (γ_m), Н/м ³	78500

Устойчивость положения трубопровода обеспечивается в случае соблюдения неравенства:

$$Q_{акт} \leq \frac{Q_{пас}}{k_{н.в.}}, \quad (20)$$

где $Q_{акт}$ – суммарная расчетная нагрузка на единицу длины трубопровода, действующая вверх, включая упругий отпор при прокладке свободным изгибом, МН;

$Q_{пас}$ – суммарная расчетная нагрузка на единицу длины трубопровода, действующая вниз, включая собственный вес трубопровода, МН;

					Расчетная часть	Лист
						53
		№ докум.	Подпись	Дата		

$k_{н.в}$ – коэффициент запаса устойчивости положения трубопровода.

Условия устойчивого положения трубопровода:

$$q_{в} \leq \frac{q_{тр}}{k_{н.в}}, \quad (21)$$

где $q_{тр}$ – погонная нагрузка от веса трубы, МН/м;

$q_{в}$ – погонная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод, МН/м.

1. Расчетная нагрузки от массы трубы с изоляцией:

$$q_{тр} = \gamma_{fr}(q_{м} + q_{из}), \quad (22)$$

где $q_{м}$ – нагрузка от собственного веса металла трубы;

$$q_{м} = \gamma_{м} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - D_{вн}^2), \quad (23)$$

$$q_{м} = 78500 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,325^2 - 0,305^2) = 776 \frac{Н}{м}.$$

2. Масса, нанесенная на трубу изоляции, определяется по формуле:

$$q_{из} = \rho_{из} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ((D + 2\delta_{из})^2 - D^2) \cdot g, \quad (24)$$

$$q_{из} = 10000 \cdot \frac{3,14((0,325 + 2 \cdot 0,002)^2 - 0,325^2)}{4} = 20 \frac{Н}{м},$$

$$q_{тр} = 1,1 \cdot (776 + 20) = 875 \frac{Н}{м}.$$

3. Выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод, определяется законом Архимеда:

$$q_{в} = \rho_{в} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ((D + 2\delta_{из})^2 - D^2), \quad (25)$$

$$q_{в} = 11000 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (0,325 + 2 \cdot 0,002)^2 = 935 \frac{Н}{м},$$

					Расчетная часть	Лист
						54
		№ докум.	Подпись	Дата		

$$935 \frac{\text{Н}}{\text{м}} > 833 \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

Условия устойчивости трубопровода не выполняется. На проложенном участке в условиях болот требуется дополнительная балластировка.

Для расчетов в качестве утяжеляющих пригрузов приняты утяжелители марки КТ-300Т (контейнеры, заполненные грунтом) и винтовое анкерное устройства ВАУ-1.

2.5 Расчет контейнерно- текстильной балластировки

Расчет балластировки был выполнен по СП 107-34-96 [31].

Таблица 14 – Исходные данные

Расчетная нагрузки от массы трубы с изоляцией($q_{\text{тр}}$), $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	875
Выталкивающая сила воды($q_{\text{в}}$), $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	935
Плотность воды с учетом растворенных в ней солей ($\rho_{\text{в}}$), Н/м^3	11000
Плотность частиц песка для заполнения пригруза КТ-300 ($\gamma_{\text{гр}}$), Н/м^3	26600
Объем комплекта утяжелителей КТ-300, ($V_{\text{гр}}$), м^3	0,5
Коэффициент запаса по нагрузке (n_6)	0,9
Длина трубопровода, проходящая по болотам (L_6), м	20000

Определение интенсивности балластировки при обеспечении устойчивости положения:

$$q_{\text{бал}}^{\text{н}} = \frac{1}{n_6} \cdot (k_{\text{н.в.}} q_{\text{в}} - q_{\text{тр}} - q_{\text{доп}}) \cdot \frac{\gamma_{\text{бал}}}{\gamma_{\text{бал}} - \gamma_{\text{в}} k_{\text{н.в.}}}, \quad (26)$$

где $q_{\text{в}}$ – погонная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод, МН/м;

$q_{\text{тр}}$ – погонная нагрузка от веса трубы, МН/м;

$q_{\text{доп}}$ – погонная нагрузка от веса продукта, принимаем равной 0 МН/м, т.к. транспортируемый продукт газ.

					Расчетная часть	Лист
						55
		№ докум.	Подпись	Дата		

$$q_{\text{бал}}^{\text{н}} = \frac{1}{0,9} \cdot (1,05 \cdot 935 - 875) \cdot \frac{26000}{26000 - 11000 \cdot 1,05} = 213 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Шаг расстановки пригрузов определяется соотношением:

$$l_{\text{г}} = \frac{V_{\text{гр}} \cdot \gamma_{\text{гр}}}{q_{\text{бал}}^{\text{н}}}, \quad (27)$$

$$l_{\text{г}} = \frac{0,5 \cdot 26000}{213} = 61 \text{ м},$$

$$n = \frac{L_{\text{б}}}{l_{\text{г}}} = \frac{20000}{61} = 327 \text{ комплекта.} \quad (28)$$

2.6 Расчет анкерного устройства

Расчет балластировки был выполнен по СП 107-34-96 [31].

Таблица 15 – Исходные данные

Расчетная нагрузки от массы трубы с изоляцией($q_{\text{тр}}$), $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	875
Выталкивающая сила воды($q_{\text{в}}$), $\frac{\text{Н}}{\text{м}}$	935
Длина трубопровода, проходящая по болотам ($L_{\text{б}}$), м	20000
Количество анкеров в одном анкерном устройстве (z)	1
Коэффициент условий работы анкерного устройства ($m_{\text{а}}$)	1,0
Коэффициент надежности анкера ($\gamma_{\text{к}}$)	1,4
Коэффициент условия работы анкера ($\gamma_{\text{с}}$)	0,7
Параметр линейности песчаного грунта в рабочей зоне(c_1)	0,025
Глубина заложения лопасти от дна траншеи (h_1), м	3
Безразмерные коэффициенты (α_1, α_2)	7,8 2,8
Площадь лопасти (A_j), м	0,4

1. Расчетную несущую способность одного анкерного устройства B_d следует определять по формуле:

$$B_d = z m_a P_a, \quad (29)$$

где P_a - расчетная несущая способность анкера.

2. Расчетная несущая способность анкера P_a зависит от несущей способности грунта основания и определяется из условия:

$$P_a = \frac{F_d}{\gamma_k}, \quad (30)$$

где F_d - несущая способность анкера.

3. Несущая способность анкера F_d определяется расчетом согласно СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» [32].

$$F_d = \gamma_c (\alpha_1 c_1 + \alpha_2 \gamma_{sb} h_1) A_j, \quad (31)$$

$$F_d = 0,7 \cdot (7,8 \cdot 0,025 + 2,8 \cdot 9705 \cdot 3) \cdot 0,4 = 22826 \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

$$P_a = \frac{22826}{1,4} = 16304 \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

$$B_d = 1 \cdot 1 \cdot 16304 = 16304 \text{ Н.}$$

Расчет шага анкерного устройства:

$$L_a = \frac{B_d}{B}, \quad (32)$$

где B - требуемое расчетное усилие анкерного устройства, приходящееся на единицу длины трубопровода, и определяемое по формуле:

$$B = k_{\text{н.в.}} \cdot q_{\text{в}} - q_{\text{тр}} = 1,05 \cdot 935 - 875 = 107 \frac{\text{Н}}{\text{м}},$$

$$L_a = \frac{16304}{107} = 153 \text{ м},$$

$$n = \frac{L_{\text{б}}}{l_a} = \frac{20000}{153} = 130 \text{ штук.} \quad (33)$$

					Расчетная часть	Лист
						57
		№ докум.	Подпись	Дата		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Мероприятия, направленные на предотвращение всплытия участка, эксплуатируемого внутрипромыслового трубопровода, являются ключевыми для надежной и безопасной эксплуатации промысловых трубопроводов. За счёт планового контроля технического состояния трубопроводов предотвращается возникновение аварийных ситуаций и инцидентов, что в свою очередь позволяет сократить затраты на ликвидацию последствий аварий и сохранить бюджет предприятия.

Для рассматриваемого проекта целевым рынком являются нефтегазодобывающие компании, такие как: ПАО «Газпром», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Транснефть»,

Рационально выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет проводиться сегментирование рынка. Размер предприятий важен, так как крупнейшие компании стремятся использовать новые технологии.

На рисунке 13 представлена карта сегментирования рынка предоставляемых услуг для крупных и средних нефтедобывающих и транспортирующих предприятий.

		Вид балластирующего устройства	
		Балластировка утяжелителями	Балластировка анкерами
Размер	Крупные		
	Средние		
	Газпром		Сургутнефтегаз
			Транснефть

Рисунок 13 – Карта сегментирования рынка предоставляемых услуг

					Разработка технических решений по предотвращению всплытия промысловых трубопроводов в Томской области								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.		Зайцева А.Е.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение				Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Бурков П.В.									58	100	
Консульт.									Отделение нефтегазового дела Группа 2691				
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.											

По рисунку 13 можно сделать вывод, что основными наиболее перспективными сегментами рынка в отраслях нефтедобычи и транспортировки являются предприятия всех размеров.

3.2 Анализ конкурентных 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 конкурентам.

Анализ технических решений конкурентов с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности разработки и определить направления её будущего развития.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (34)$$

где K – конкурентоспособность конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Результаты представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
2.Энергоэкономичность	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45

3.Надежность	0,2	4	5	4	0,8	1	0,8
4.Простота эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
2.Уровень проникновения на рынок	0,01	2	3	4	0,02	0,03	0,04
3.Цена	0,12	5	1	2	0,6	0,12	0,24
4.Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
5.Послепродажное обслуживание	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
6.Финансирование	0,01	4	2	2	0,04	0,02	0,02
7.Срок выхода на рынок	0,01	3	5	4	0,03	0,05	0,04
8.Сертификация научной разработки	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Итого	1	53	44	43	4,74	3,67	3,69

Результаты подтверждают конкурентоспособность данной научной разработки. Это обеспечивает вывод интерпритации результатов на новый уровень.

3.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QQuality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, качества и потенциала предлагаемого нововведения. Теоретически, это позволит сделать вывод о её перспективности, в случае выхода на рынок, обеспечить рациональность и целесообразность финансирования как в готовый продукт, так и в научное исследование. В нашем случае составляется оценочная карта технологического расчета балластировки. (таблица 17)

Таблица 17 – Оценочная карта технологии QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
Энергоэффективность	0,08	95	100	0,9	0,072
Надежность	0,09	95	100	0,95	0,0855
Уровень материалоемкости разработки	0,05	100	100	1	0,05
Уровень шума	-	-	-	-	-
Безопасность	0,08	100	100	1	0,08
Простота эксплуатации	0,06	80	100	0,9	0,054
Ремонтопригодность	0,05	90	100	0,9	0,045
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0,04	95	100	0,95	0,0855
Уровень проникновения на рынок	0,07	70	100	0,7	0,049
Перспективность рынка	0,09	100	100	1	0,09
Цена	0,08	95	100	0,95	0,076
Послепродажное обслуживание	0,07	95	100	0,95	0,0665
Срок выхода на рынок	0,05	90	100	0,9	0,045
Наличие сертификации разработки	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого	1	-	-	-	0,916

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле 35:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i \quad (35)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – показатель веса (в долях единицы);

$Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

Полученный результат (до 0.8) позволяет сделать вывод о перспективности научной разработки.

3.4 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, который проводится в три этапа.

Первый этап, представленный в таблице 18, заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

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

Таблица 18 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1: Достоверность расчёта; С2: Предъявленная безопасность и надежность; С3: Актуальная проблема для промышленных трубопроводов.	Слабые стороны проекта: Сл1: Условия, в которых должен находиться объект исследования, имеют ограничения; Сл2: Трудозатраты; Сл3: Исследованы только типовые технические решения.
Возможности: В1: Сотрудничество с заинтересованными компаниями; В2: Повышение спроса на продукт.	- Предупреждение аварий; - Выполнение нормативов по расчётам; - Обеспечение бесперебойного и безаварийного режима.	- Развитие возможностей применения проекта для различных условий и исходных данных; - Поиск новых ресурсоэффективных технологий.
Угрозы: У1: Изменение нормативно-правовой базы; У2: Появление новых технологий.	- Развитие проекта при поддержании конкурентной стоимости; - Создание возможности легкой корректировки исходных данных исследования.	- Развитие проекта для возможности исследования объектов других отраслей промышленности; - Развитие проекта для возможности исследования новых технических решений.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Эти соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Каждый фактор отмечен либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» –

если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица данного проекта представлен в табл. 19.

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	+
	B2	+	+	+
Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	Y1	0	-	-
	Y2	-	-	-
Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	0	+
	B2	+	+	+
Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	Y1	+	-	0
	Y2	+	+	0

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 20.

Таблица 20 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1: Достоверность расчёта; С2: Предъявленная безопасность и надежность; С3: Актуальная проблема для промышленных трубопроводов.	Слабые стороны проекта: Сл1: Условия, в которых должен находится объект исследования, имеют ограничения; Сл2: Трудозатраты; Сл3: Исследованы только типовые технические решения.
Возможности: В1: Сотрудничество с заинтересованными компаниями; В2: Повышение спроса на продукт.	- Предупреждение аварий; - Выполнение нормативов по расчётам; - Обеспечение бесперебойного и безаварийного режима.	- Развитие возможностей применения проекта для различных условий и исходных данных; - Поиск новых ресурсоэффективных технологий.
Угрозы: У1: Изменение нормативно-правовой базы; У2: Появление новых технологий.	- Развитие проекта при поддержании конкурентной стоимости; - Создание возможности легкой корректировки исходных данных исследования.	- Развитие проекта для возможности исследования объектов других отраслей промышленности; - Развитие проекта для возможности исследования новых технических решений.

Исходя из данных SWOT-анализа, можно сделать вывод о том, что у данного проекта сильные стороны преобладают и данный проект является конкурентоспособным.

3.5 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят студент и научный руководитель. В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ, которые представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Этапы работ

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Получение, планирование и утверждение технического задания	Руководитель, студент
	2	Проведение литературного обзора	Студент
	3	Таргетирование	Студент, руководитель
	4	Определение списка нормативных документов для ВКР	Студент
	5	Календарное планирование работ	Студент, руководитель
Теоретические исследования	6	Анализ существующих методов балластировки	Студент
	7	Разработка мероприятий по предотвращению всплытий трубопровода	Студент
	8	Расчетная часть	Студент
	9	Финансовый менеджмент	Студент, руководитель
	10	Социальная ответственность	Студент, руководитель
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка полученных результатов расчетов	Студент, руководитель

Необходимость в анализе затрат на трудоёмкость выполняемых работ обусловлена тем, что именно по этой статье происходят наибольшие затраты, в том числе при выполнении научно-исследовательской деятельности. Определение затрат на трудоёмкость необходимо осуществлять для каждого участника.

3.6 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования измеряется в человеко-днях. Оценка осуществляется экспертным путём. Ввиду зависимости от большого числа факторов имеет не абсолютное значение, а вероятностное. Определяется по формуле (36):

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (36)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность по формуле (37) каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (37)$$

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

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

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

3.7 Разработка графика проведения научного исследования

Переводим рабочие дни в календарные по формуле (37). Это необходимо, для построения календарного плана-графика проведения работ. Воспользуемся классической формой без отображения выходных и праздничных дней.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (38)$$

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

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (39)$$

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

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

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

Расчитываем каждое значение в календарных днях и округляем до целых. Формируем таблицу 22, для составления графика.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 68
		№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 22 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	t_{oi} , чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	3	5	4	Руковод., студент	4	5
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	14	Студент	12	14
Выбор направления исследования	3	6	4	Студент, руковод.	2	3
Определение списка нормативных документов для ВКР	10	15	12	Студент	12	15
Календарное планирование работ	2	2,5	2	Студент, руковод.	2	3
Анализ существующих методов баллаستировки	1	3	1	Студент	1	1
Разработка мероприятий по предотвращению всплывий трубопровода	10	15	12	Студент, руковод.	12	14
Расчетная часть	15	23	19	Студент	14	16
Финансовый менеджмент	7	10	9	Студент, руковод.	9	10
Социальная ответственность	7	10	9	Студент, руковод.	9	10
Оценка полученных результатов расчетов	5	7	6	Студент, руковод.	3	4



- студент



- руководитель

Таблица 23 – Календарный план-график

№	Вид работ	Исполнители	T _{ki}	Продолжительность работ											
				ноябрь			декабрь			январь			февраль		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Студент, руководитель	5	 											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	14												
3	Выбор направления исследования	Студент, руководитель	3			 									
4	Определение списка нормативных документов для ВКР	Студент	15												
5	Календарное планирование работ	Студент, руководитель	3					 							
6	Анализ существующих методов балластировки	Студент	1												
7	Разработка мероприятий по предотвращению всплываний трубопровода	Студент, руководитель	14						 						
8	Расчетная часть	Студент	16												
9	Финансовый менеджмент	Студент, руководитель	10								 				
10	Социальная ответственность	Студент, руководитель	10									 			
11	Оценка полученных результатов расчетов	Студент, руководитель	4										 		

3.8 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

1. Материальные затраты НТИ.
2. Основная заработная плата исполнителей темы.
3. Отчисления на социальные нужды.
4. Накладные расходы.

Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат НТИ включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (40)$$

где m – количество видов материальных ресурсов;
 $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию (шт., кг, м и т.д.);

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (20% или 0,2).

Материальные затраты, нужные для данной разработки, внесены в таблицу 24.

Таблица 24 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Электроэнергия				
Потребление ПК	кВт/ч	720	2,45	1764
Освещение	кВт/ч	250	2,45	612,5
Интернет				
Безлимитный интернет на месяц	месяц	4	550	2200
ИТОГО, руб.				21296,5

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя исследовательской работы и студентов-исполнителей.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

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

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (41)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

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

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (42)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_0}, \quad (43)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб. (в качестве месячного оклада студента выступает стипендия, которая составляет 3100 руб., для научного руководителя - 24000 руб. для профессора, доктора физико-математических наук);

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 72
		№ докум.	Подпись	Дата		

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени персонала;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-ти дневная неделя.

Баланс рабочего времени представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Выходные дни	118	118
Потери рабочего времени	60	60
Действительный годовой фонд рабочего времени	187	118

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p, \quad (44)$$

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

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

k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок - 0,2 – 0,5 (в научно-исследовательских институтах и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15 – 20 % от Z_{mc});

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	$Z_{тс}$, руб	k_{np}	k_{∂}	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб. дн	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	24000	0,2	0,3	1,3	46800	2602,78	38	98905,66
Студент	1900	0	0	1,3	2470	217,69	109	23728,74
ИТОГО, руб	122634,4							

Отчисления на социальные нужды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot З_{осн} \quad (45)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 год, в соответствии с Федеральным законом от 24 июля 2009 года (№212-ФЗ), установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона № 212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 30,2 %.

Таблица 26 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб
Руководитель	98905,67
Коэффициент отчислений	30,2 %
ИТОГО	29869,5

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов (в основном материально-технические): печать и ксерокопирование материалов исследования, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 2) \cdot k_{нр}, \quad (46)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов принимаем равной 16%.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 74
		№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{\text{накл}} = (122634,4 + 26803,4) * 0,16 = 23910,05 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета научно-исследовательского проекта

Расчет общей сметы затрат произведен с использованием ресурсного метода, то есть с использованием калькулирования ресурсов в соответствии с ценами и тарифами, актуальными на данный момент. Сводная смета затрат приведена в таблице 14. По результатам видим, что затраты на заработную плату составляют наибольшую часть. Это объясняет суть самой работы по проектированию НТИ – интеллектуальная составляющая в работе является преобладающей.

Таблица 27 – Расчет бюджета затрат НТИ

Статьи затрат	Затраты, руб
Материалы	21 296,5
Заработная плата	122 634,4
Отчисления на социальные нужды	29 869,5
Накладные расходы	23 910,05
Специальное оборудование	56 000
ИТОГО	250644,4

3.9 Определение эффективности исследования

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 75
		№ докум.	Подпись	Дата		

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (47)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (48)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведён в таблице 28.

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Вес критерия	Балластировка утяжелителями	Балластировка анкерами
Ценовой показатель технологии	0,5	4	5
Энергоэкономичность	0,1	3	4
Надежность	0,3	4	4
сложность монтажа	0,1	4	3
ИТОГО	1	3,9	4,4

Показатель ресурсоэффективности равняется:

$$I_{p-\text{исп1}} = 3,9;$$

$$I_{p-исп2} = 4,4 ;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки $I_{исп.1}$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финi}}. \quad (49)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных (таблица 29). Сравнительная эффективность $\mathcal{E}_{ср}$ вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}. \quad (50)$$

Таблица 29 - Сравнительная эффективность проекта

Показатели	Балластировка утяжелителями	Балластировка анкерами
Интегральный финансовый показатель разработки	0,6	0,47
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,9	4,4
Интегральный показатель эффективности	6,5	9,4
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,9	1

Сравнение интегральных показателей эффективности дало понять, что наиболее эффективным вариантом исполнения данного проекта с позиции финансовой и ресурсной эффективности является исполнение балластировки анкерами.

Вывод

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ. Также был посчитан бюджет НИИ, основная часть которого приходится на материальные затраты, связанные с приобретением материалов. Была посчитана ресурсная, финансовая, бюджетная, социальная и экономическая эффективность исследования. Был выбран лучший вариант разработки.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						78
		№ докум.	Подпись	Дата		

4 Социальная ответственность

В бакалаврской работе предложены решения по предотвращению всплываний линейной части промысловых газопроводов, прокладываемых в условиях болот II типа в Томской области. В зоне распространения болот и заболоченности увеличивается риск аварий и отказов при эксплуатации трубопроводов, что является большой проблемой в области надежности и безопасности трубопроводного транспорта. Аварии трубопроводов проложенных в условиях болот характеризуются значительными экономическими и экологическими потерями. При прокладке и эксплуатации трубопровода в условиях болот вредные и опасные факторы сопутствуют на протяжении всего времени.

К основным вредным факторам, возникающим при строительстве линейной части промыслового трубопровода относятся:

- Работа с токсичными и вредными веществами;
- Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;
- Повышенный уровень шума;
- Повышенный уровень общей вибрации;
- Производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождение работающего.

К основным опасным факторам относятся работы:

- Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением;
- Производственные факторы, связанные с электрическим током;
- Пожаровзрывобезопасность.

					Разработка технических решений по предотвращению всплывания промысловых трубопроводов в Томской области						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Зайцева А.Е.			Социальная ответственность			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Бурков П.В.								79	100
Консульт.								Отделение нефтегазового дела Группа 2691			
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.									

В данном разделе бакалаврской работы проведен анализ возможных опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении работ по предотвращению всплываний трубопровода, даны рекомендации по обеспечению производственной безопасности. Определена степень влияния работ с промышленным газопроводом на окружающую среду в штатных условиях эксплуатации. Также рассмотрен вариант чрезвычайной ситуации на объекте, оценен возможный ущерб, наносимый окружающей среде и перечислены меры по ликвидации последствий происшествия и профилактике их возникновения в будущем.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

На предприятии действует вахтовый метод работы с организацией работ в непрерывном режиме. Вахтовый метод – особая форма осуществления трудового процесса вне места постоянного проживания работников. Основные положения этого метода: продолжительность вахты, режимы труда и отдыха, гарантии и компенсации лицам, работающим вахтовым методом, регламентированы главой 47 Трудового Кодекса РФ. Вахтой считается общий период, включающий время выполнения работ на объекте и время междусменного отдыха. Продолжительность рабочей смены не должна превышать 12 часов. При ведении комплекса строительных работ регламентированные перерывы продолжительностью 20-30 минут устраиваются через 1-2 часа после начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 40 минут, продолжительность обеденного перерыва должна составлять не менее 1 часа. Учетный период охватывает все рабочее время, время в пути от пункта сбора до места выполнения работ и обратно, а также время отдыха, приходящееся на данный календарный отрезок времени. Общее количество часов за отработанную вахту не должно превышать требования Трудового кодекса ст. 104 [33].

					Социальная ответственность	Лист
						80
		№ докум.	Подпись	Дата		

Режим труда и отдыха принят 30х30 дней, через каждые 6 рабочих дней на вахте работающим должен предоставляться вахтовый выходной день. В случае переработки рабочим следует руководствоваться требованиями ТК ст. 301.

Годовой режим работы и отдыха обеспечивается выполнением суточных и месячных режимов, а также представлением работникам отпуска установленной законом продолжительности. Статьей 302 Трудового Кодекса РФ предусмотрены гарантии и компенсации лицам, работающим вахтовым методом.

Обслуживание промысловых трубопроводов проводится в дневную смену. Постоянных рабочих мест на промысловых трубопроводах и их наружных установках нет. Обход трасс в нормальном режиме эксплуатации проводит бригада в составе двух человек (согласно требованию промышленной безопасности по производству работ в газоопасной зоне минимальное число персонала для обслуживания газопроводов в нормальном режиме работы – не менее двух человек).

В наличии у персонала должны быть необходимые рабочие инструменты (допустимые для применения в газоопасных зонах), для связи – переносной радиотелефон аптечка с набором медикаментов и перевязочных материалов, переносными техническими средствами контроля за наличием взрывоопасных воздушных сред (газоанализаторами).

4.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по установке балластирующего устройства в таблице 30.

					Социальная ответственность	Лист
						81
		№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 30 – Опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы	Нормативные документы
	Ремонт на линейной части промышленного трубопровода	
1. Работа с токсичными и вредными веществами	+	ГОСТ 12.1.005-88 [34]
2. Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением	+	ГОСТ 12.2.003-91[35]
3. Пожаробезопасность	+	ГОСТ 12.1.005-88[34] ГОСТ 12.1.004-91[36]
4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	+	СНиП 23-05-95*[37]
5. Производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождение работающего	+	Р 2.2.2006-05 [38]
6. Повышенный уровень шума	+	ГОСТ 12.1.003-83 [39]
7. Повышенный уровень общей вибрации	+	СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [40]
8. Производственные факторы, связанные с электрическим током	+	ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ [41]

Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия на работающего

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

Работа с токсичными и вредными веществами

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [34] природный газ относится к IV классу опасности, ПДК в воздухе рабочей зоны – 300 мг/м³; метанол – к III классу опасности, ПДК – 5 мг/м³. В регламентном режиме работы газопроводов-шлейфов и метанолопроводов отсутствуют возможные выделения природного газа и паров метанола в атмосферу – система транспорта продукции герметична. Основные технологические выбросы природного газа в

атмосферу осуществляются при опорожнении газопроводов-шлейфов через продувочные свечи во время проведения ремонтных работ.

Охрана окружающей среды достигается комплексом мероприятий, направленных на предотвращение утечек природного газа и метанола.

Согласно «Рекомендациям по основным вопросам воздухоохранной деятельности (нормирование выбросов, установление нормативов ПДВ, контроль за соблюдением нормативов выбросов, выдача разрешений на выброс)» – величины ПДВ подлежат обязательному контролю при эксплуатации объекта.

Опасный уровень выбросов транспортируемого продукта возможен только в аварийной ситуации. В этом случае допуск персонала к проведению ремонтных работ возможен, если содержание газа и паров метанола в воздухе зоны производства работ не выше предельно-допустимых концентраций по санитарным нормам.

В зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ, производство относится ко 2 классу условий труда (допустимому).

Методы снижения воздействия вредного фактора:

- контроль состояния воздушной среды на наружных установках во время их обслуживания, при обходе трасс трубопроводов, при производстве ремонтных и аварийно-восстановительных работ;
- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров работников, согласно ст. 212, 213 Трудового Кодекса Российской Федерации [3];
- использование шланговых противогазов, специальной одежды и обуви при работе в загазованной зоне.

Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

					Социальная ответственность	Лист
						83
		№ докум.	Подпись	Дата		

Для освещения рабочей площадки в дневное время используются естественные источники света, а в вечернее – искусственные. При использовании искусственного освещения необходимо пользоваться лампами накаливания и люминесцентными лампами в взрывобезопасных плафонах [37].

Для строительных площадок и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 2 лк независимо от применяемых источников света. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную, и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов. Требования к освещению строительных площадок следует принимать по СНиП 23-05-95* [37]. Оптимальные параметры освещения открытых площадок установлены на уровне 2-50 лк в зависимости от рода выполняемых работ.

Для обеспечения необходимого уровня освещенности рабочей зоны необходимо соблюдать график работы и выполнять их, по возможности, в дневное время при естественном освещении.

Производственные факторы, связанные с микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождение работающего

Согласно приложению 13 Р 2.2.2006-05 проектируемый район относится к климатическому региону – Ia («особый») (минус 25 °С, 6,8 м/с). При работах на открытых территориях в холодный период года класс условий труда оценивается как вредный. Согласно Р 2.2.2006-05 таблицы 8 и 9 класс условий труда по микроклимату по степени вредности относится к классу 3.2 [38].

Продолжительность регламентированных перерывов устанавливается в зависимости от температуры воздуха и скорости ветра. В соответствии с МР 2.2.7.2129-06 в климатическом регионе 1a (особый) при среднегодовой

					Социальная ответственность	Лист
						84
		№ докум.	Подпись	Дата		

скорости ветра (по зимним месяцам) 3 м/с и температуре воздуха минус 26 °С за 4-часовой период рабочей смены продолжительность непрерывного пребывания на холоде должна быть не более 103 минут, число 10-минутных перерывов для обогрева – не менее 2. При температуре воздуха минус 45 градусов приведенные параметры равны соответственно 53 минутам и трем 10-минутным перерывам [42].

Спецодежда для теплого и холодного периода года, средства индивидуальной защиты (СИЗ) выдаются работникам согласно Постановлению Минтруда и соцразвития РФ от 26.12.1997 № 67 (в ред. от 16.03.2010) «Об утверждении Типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты». Спецодежда должна отвечать требованиям промышленной безопасности и производственной санитарии, быть гигиеничной, способствовать хорошей терморегуляции организма, удобной для надевания, носки и работы в ней, надежной в эксплуатации; должна быть изготовлена из специальных термостойких, антистатических материалов с маслостойкой пропиткой [43].

Повышенный уровень шума

Источником шума и вибрации при эксплуатации газопроводов могут быть работы по выпуску газа на продувочные свечи (по длительности составляют до 2 часов, регулярность проведения работ – 1-2 раза в год). Работающая строительная техника (экскаватор, бульдозер), грузоподъемные механизмы (автокран) и прочее оборудование, необходимое для планового технического обслуживания и ремонта трубопроводов, также является источниками шума.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [40], допустимый уровень шума на рабочих местах составляет 70 дБА,

					Социальная ответственность	Лист
						85
		№ докум.	Подпись	Дата		

соответствующий нулевому риску потери слуха. Зоны с уровнем звука свыше 80 дБА обозначаются знаками опасности. Работа в этих зонах без использования средств индивидуальной защиты слуха не допускается. Длительное действие шума более 85 дБ в соответствии с нормативным документом ГОСТ 12.1.003-83 [39], приводит к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления.

С целью снижения воздействия шума в соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 при работах по выпуску газа через продувочные свечи в качестве средств защиты должны обязательно использоваться противошумные наушники, шлемы и каски [44].

Оценка условий труда по шуму и вибрации с учетом средств защиты – допустимая.

Превышенный уровень вибрации

Воздействие вибрации на организм человека может приводить к ухудшению состояния здоровья работников, в том числе к профессиональным заболеваниям, а также к значительному снижению комфортности условий труда. Вибрация, создаваемая машинами, механизированным инструментом и оборудованием, способна привести как к нарушениям в работе и выходу из строя самих машин, так и служить причиной повреждения других технических и строительных объектов. Для санитарного нормирования и контроля используются средние квадратические значения виброускорения или виброскорости, а также их логарифмические уровни в децибелах. Для первой категории общей вибрации, по санитарным нормам скорректированное по частоте значение виброускорения составляет 62 дБ, а для виброскорости – 116дБ [45].

Наиболее опасной для человека является вибрация с частотой 6-9 Гц. Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены: – применением вибробезопасного оборудования и инструмента;

					Социальная ответственность	Лист
						86
		№ докум.	Подпись	Дата		

применением средств виброзащиты, снижающих воздействие на работающих вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения; – организационно-техническими мероприятиями (поддержание в условиях эксплуатации технического состояния машин и механизмов на уровне, предусмотренном НТД на них; введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих; вывод работников из мест с превышением ДУ по вибрации).

Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия на работающего

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели человека.

Пожаровзрывобезопасность

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, трубопровод под давлением.

Результатам негативного воздействия пожара и взрыва на организм человека являются ожоги различной степени тяжести, повреждения и возможен летальный исход [4].

К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла, вода и т. п. Для предотвращения взрыва необходимо осуществлять постоянный контроль давления по манометрам в трубопроводе.

Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением

					Социальная ответственность	Лист
						87
		№ докум.	Подпись	Дата		

При несоблюдении правил безопасности при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудование, работающее под высоким давлением обладает повышенной опасностью.

Причинами разрушения или разгерметизации систем повышенного давления могут быть:

- внешние механические воздействия, старение систем (снижение механической прочности); нарушение технологического режима;
- конструкторские ошибки;
- изменение состояния герметизируемой среды;
- неисправности в контрольно-измерительных, регулирующих и предохранительных устройствах;
- ошибки обслуживающего персонала [35].

Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования, работающего под давлением, распространяются на:

Основные требования к конструкции оборудования, работающего под высоким давлением является надежность обеспечения безопасности при эксплуатации и возможности осмотра и ремонта.

Производственные факторы, связанные с электрическим током

При строительных и ремонтных работах используется электрооборудование, которое является источником опасности поражения электрическим током.

Электробезопасность труда и оборудования регламентируется ГОСТ Р 12.1.019-2009 [46].

Электрическая дуга и металлические искры при сварке.

При выполнении сварочно-монтажных работ возможны брызги металла и поражение электрическим током. Возможно поражение

электрическим током, ожоги от брызг металла, поражение глаз лучами сварочной дуги, травмы механического характера.

Для снижения воздействия данного опасного фактора необходимо предпринимать следующие меры:

- допускать к выполнению работ только после прохождения аттестации при наличии разрешающего удостоверения;
- работы повышенной опасности необходимо выполнять только с оформлением наряда-допуска;
- сварщик обязан носить специальную обувь и спецодежду, а лицо и глаза закрывать специальным щитком или маской со светофильтром;
- выполнять работы необходимо в диэлектрических перчатках на резиновом коврик;
- на рабочем месте должны быть индивидуальные средства пожаротушения и индивидуальные аптечки.

Для тушения электроустановок необходимо применять углекислотные огнетушители.

4.3 Экологическая безопасность

Подземные трубопроводы, проложенные на участках ремонта, а также в условиях болот II типа, оказывают определенное влияние на окружающую среду в течении работ.

Строительство и эксплуатация промышленных трубопроводов, должны выполняться в соответствии с требованиями руководящих документов и законов в части охраны окружающей среды с сохранением ее устойчивого экологического равновесия.

Анализ влияния на окружающую среду

					Социальная ответственность	Лист
						89
		№ докум.	Подпись	Дата		

Воздействие на атмосферу

При проведении ремонта или технологического обслуживания трубопроводов, а также при нарушении работы оборудования и повреждении трубы в атмосферу попадают пары углеводородов, что приводит к повышению давления в системе выше допустимых пределов. С целью снижения количества испарений паров газа необходимо своевременно устранить утечку. Природный газ не имеет запаха. Для придания запаха, в газ добавляют этилмеркаптан. Процесс одоразации, позволяет придать газу специфический запах, что позволяет почувствовать его, органами дыхания. Также, для обнаружения утечек используют газоанализаторы, позволяющие определить количество метана в воздухе.

Воздействие на литосферу

При выполнении проектирования, технологического обслуживания и ремонтных работ возможно попадание на почву загрязняющих веществ с работающей техники и оборудования. На всех этапах строительства и эксплуатации промыслового трубопровода необходимо выполнять мероприятия, которые предотвращают следующие процессы:

- появление неблагоприятных эрозионных процессов;
- загрязнение территории различными отходами;
- загорание торфяников и естественной растительности.

По окончании всех работ необходимо полностью вывезти производственные отходы (металлолом, изоляционные материалы и т. д.) и восстановить нарушенный рельеф местности.

Мероприятия по восстановлению природы считаются завершенными, если отсутствуют места, загрязненные горюче-смазочными, бытовыми и строительными отходами. На всех участках восстановлен растительный слой.

					Социальная ответственность	Лист
						90
		№ докум.	Подпись	Дата		

Рекультивации подлежат нарушенные земли, передаваемые во временное пользование на период производства работ по строительству и ремонту трубопровода.

Воздействие на гидросферу

В процессе эксплуатации трубопровода многие вещества, например, как метанол, одорант, нефть, нефтепродукт, масла, причиняет ущерб гидросфере, попадая в сточные воды. Причин может быть много: ремонт или реконструкция, повреждение трубопровода или оборудования, износ, авария.

Для защиты гидросферы следует соблюдать определенные требования и прибегать к превентивным мерам:

- исключение появления источников утечки вредных веществ;
- своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки.

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

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – внешне неожиданная, внезапно возникающая обстановка, которая характеризуется резким изменением установившегося процесса, оказывающая значительное отрицательное влияние на жизнедеятельность людей и окружающую среду [47].

Анализ вероятных ЧС

При эксплуатации промышленного газопровода не исключено возникновение чрезвычайных ситуаций различного характера:

					Социальная ответственность	Лист
						91
		№ докум.	Подпись	Дата		

- взрыв или возгорание газа и метанола;
- разрушение трубопроводов механическим воздействием;
- разгерметизация оборудования;
- природные разрушения вследствие стихийных бедствий (ураганы, наводнения, пожары).

В основном возникновение чрезвычайной ситуации обусловлено человеческим фактором. Низкая квалификация и безответственный подход персонала к работе влечет за собой нарушение техники безопасности, использование неисправного оборудования и не соблюдение технологии проведения работ.

В связи с этим, инженерно-технический персонал и рабочие проходят обучение по своей специальности и правилам техники безопасности.

Вероятный вид ЧС

Одной из наиболее частых аварий при работе с трубопроводами под избыточным давлением являются взрывы, сопровождающийся пожаром, разрушением конструкций.

Возможные источники возникновения ЧС

При эксплуатации промыслового газопровода появление взрыва возможно при:

- нарушении герметичности и целостности трубопровода при несанкционированной врезке;
- разрушении трубопровода при механических повреждениях транспортом и техникой;
- всплывании и разрушении трубопровода на подводном переходе;
- человеческий фактор.

Порядок действий и ликвидация ЧС

					Социальная ответственность	Лист
						92
		№ докум.	Подпись	Дата		

К аварийно-восстановительным работам при разливе метанола и утечке газа предъявляются повышенные требования по охране труда и промышленной безопасности.

Перед началом работ по предотвращению чрезвычайной ситуации должен быть проведен специальный инструктаж, работы должны проводиться под руководством ответственного, назначенного приказом (распоряжением).

У персонала в наличии должен быть первичный противопожарный инвентарь.

При загорании метанола необходимо применять следующие средства пожаротушения: песок, химическую пену, тонкораспыленную воду, инертный газ, асбестовое одеяло, порошковые и газовые огнетушители.

Аварийно-восстановительные работы персонал должен проводить в спецодежде, в противогазах марки «А», в резиновых сапогах, перчатках и прорезиненных фартуках. При попадании метанола на кожу, его следует смыть струей воды. В случае попадания метанола на спецодежду, необходимо ее снять и заменить.

Необходимо периодически осуществлять контроль воздуха. ПДК метанола в воздухе рабочей зоны – 5 мг/м³.

Порядок действий при возникновении ЧС:

1. Определение границ опасной зоны;
2. При необходимости оказание первой медицинской помощи, эвакуация за пределы опасной зоны, жизнеобеспечение;
3. Перекрыть участок, на котором произошла авария;
4. Опорожнить метанолопровод и выполнить сброс газа через продувочную свечу;

					Социальная ответственность	Лист
						93
		№ докум.	Подпись	Дата		

5. Предупреждение пожара и взрыва. В случае возникновения локализовать и ликвидировать;

6. Локализовать и ликвидировать разлив метанола;

7. Устранение причины аварии;

8. Восстановительные работы.

					Социальная ответственность	Лист
						94
		№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

В работе была рассмотрена и изучена нормативно – техническая документация, действующая в области эксплуатации промысловых трубопроводов. На основании анализа произошедшей ситуации на производстве и данных нормативной документации для расчета были выбраны балластировка пригрузами типа КТ–300 и анкерными устройствами типа ВАУ–1.

По результатам проведения технологических расчетов выявлено, что общая устойчивость обеспечивается, но условие устойчивости положения не выполняется, что показывает, трубопровод требует дополнительной пригрузки.

По итогам расчета определено, что необходимое количество пригрузов составит 327 комплектов, а анкерных устройств составит 130 штук.

Проведя технико – экономический анализ средств балластировки установлено, что анкеры являются экономически выгодными среди рассмотренных вариантов.

По итогу сравнения был выявлен оптимальный метод балластировки анкерными устройствами типа ВАУ–1.

					Разработка технических решений по предотвращению всплывания промысловых трубопроводов в Томской области			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Зайцева А.Е.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков П.В.					95	100
Консульт.						Отделение нефтегазового дела Группа 2691		
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.						

Список литературы

1. К.В. Кожаева, А.И. Валимухаметова, Х.А. Азметов. К вопросу обеспечения стабилизации проектного положения подводных переходов трубопроводов // Транспортровка и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья.–2017.–№6.–С. 22–26;
2. М.Ю. Митрохин, ОАО «Газпром»; С.В. Романцов, ООО «Газпром трансгаз Ухта»; А.М. Тютнев, ООО «Промтех-НН»; Д.А. Кашинцев, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»; И.И. Велиюлин// Территория нефтегаз.– 2012.–№6.–С. 90–92;
3. Сысоев Ю.С. Устойчивость подземного магистрального газопровода на обводненных участках трассы: иссертация ... кандидата технических наук: 25.00.19. Место защиты: Институт проблем транспорта нергоресурсов. Тюмень, 2012. 168 с.
4. Сысоев Ю.С., Кушнир С.Я., Пульников С.А. Пространственная устойчивость подземного магистрального газопровода на обводненных участках трассы // Известия вузов «Нефть и газ». 2012. № 1. С. 72–76.
5. Кожаева К.В. Влияние параметров компенсирующего устройства на устойчивость подводного трубопровода // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 4(80). С. 24–36.
6. И.И. Велиюлин и др. Обеспечение надежности функционирования газопроводов, продолженных через малые водные преграды // ТЕРРИТОРИЯ НЕФТЕГАЗ // - 2018. - № 4. – С. 68-72;
7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. – Москва: Изд-во стандартов, 1997. – 25с.

					Разработка технических решений по предотвращению всплывания промысловых трубопроводов в Томской области					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		Зайцева А.Е.			Список литературы			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Бурков П.В.							96	100
Консульт.								Отделение нефтегазового дела Группа 2691		
Рук-ль ООП		Чухарева Н.В.								

8. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99. - Москва: Изд-во стандартов, 2012. – 113с
9. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. - Москва: Изд-во стандартов, 2011. – 76с
10. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий. - Москва: Изд-во стандартов, 2011. – 12с.
11. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. - Москва: Изд-во стандартов, 2012. – 99с.
12. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. - Москва: Изд-во стандартов, 2011. – 45с.
13. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. - Москва: Изд-во стандартов, 2011. – 20с.
14. ГОСТ Р 55990- 2014. Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования. - Москва: Изд-во стандартов, 2014. – 94с.
15. СП 86.13330.2014. Магистральные трубопроводы. М.: Минстрой России, 2014. – 149с.
16. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. - Москва: Изд-во стандартов, 2002. – 35с.
17. ВСН 004-88. Строительство магистральных трубопроводов. М.: Миннефтегазстрой, 1988. – 46с.
18. ВСН 005-88. Строительство промысловых стальных трубопроводов, М.: Миннефтегазстрой, 1990. – 56с.
19. СП 284.1325800.2016. Трубопроводы промысловые для нефти и газа, Москва: Изд-во стандартов, 2017. – 78с.
20. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 Москва: Изд-во стандартов, 2012. – 124с.

					Список литературы	Лист
						97
		№ докум.	Подпись	Дата		

21. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200103173> (дата обращения: 03.05.2023)

22. СП 34-116-97. Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов. М.: Минтопэнерго России, 1997. – 206с.

23. РД 39-132-94. Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов. М.: Минтопэнерго России, 1994. – 151с.

24. ВСН 011-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание. М.: Миннефтегазстрой, 1988. – 59с.

25. ВСН 013-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов в условиях вечной мерзлоты. М.: Миннефтегазстрой, 1988. – 26с.

26. Временные требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром». Москва, 2013. - 89с.

27. ТУ 4834-002-55721815-2008. Реестр средств балластировки трубопроводов. Москва, 2012. - 26с.

28. ВСН 007-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Конструкции и балластировка. Миннефтегазстрой, 1988. – 59с.

29. ВСН 39-1.9-003-98. Конструкция и способы балластировки и закрепления подземных газопроводов. Москва, 1998. –51с.

					Список литературы	Лист
						98
		№ докум.	Подпись	Дата		

30. Болота Западной Сибири их строение и гидрологический режим / Под ред. С.М. Новикова, К. Е. Иванова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 447 с

31. СП 107-34-96. Сооружение магистральных газопроводов. Москва, 1996. - 60с.

32. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Москва, 1998. –152с.

33. Трудовой кодекс Российской Федерации - Москва: Омега-Л, 2008. - 280 с.

34. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Москва Стандартинформ, 2008. – 50с.

35. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Москва Стандартинформ, 2008. – 11с.

36. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. Москва Стандартинформ, 2006. – 68с.

37. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция;

38. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда;

39. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением № 1);

40. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;

41. ГОСТ 12.1.019-79. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

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

					Список литературы	Лист
						99
		№ докум.	Подпись	Дата		

43. Постановление Минтруда и соцразвития РФ от 26.12.1997 № 67 (в ред. от 16.03.2010) «Об утверждении Типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты»;

44. ГОСТ 12.1.029-80. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация;

45. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения 15.04.2023 г.);

46. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

47. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения. Москва, 1994. – 14с.

					Список литературы	Лист
						100
		№ докум.	Подпись	Дата		