

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

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Оценка рисков чрезвычайных ситуаций на магистральных газопроводах</b>
УДК 614.8.026.1:622.691.4.004

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Бекбов Н.Г		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э	Д.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

Томск – 2019 г.

**Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01  
Техносферная безопасность**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон</b>
<b>Общие по направлению подготовки</b>		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
<b>Профиль</b>		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО ( ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 20.03.01 Техносферная безопасность

А.Н. Вторушина

04.02.2019 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Бекбову Наилу Гунаровичу

Тема работы:

Организация работ по пожарной безопасности на территории Хакасии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.11.2018 г., 10128/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2019 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования данной работы является газовая магистраль. Предметом исследования – возникновение ЧС на газовых магистральных.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i></p>	<p>Изучить нормативно-правовые документы в области обеспечения пожарной безопасности; Аварии и их характеристики;                      Изучить физико-географические условия Томской области;                      Идентификация опасностей ;                      Причины роста числа аварий на объектах</p>

<i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	нефтегазового профиля; Построить дерево событий ; Рассмотреть особенности проведения работ по прогнозированию, мониторингу и ликвидации ЧС на трубопроводах и предложить мероприятия по обеспечению безопасности объектов жизнедеятельности при возникновении различного рода аварий.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация к работе выполненная в Microsoft PowerPoint
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Подопригора Игнат Валерьевич
<b>Социальная ответственность</b>	Романцов Игорь Иванович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	04.02.2019 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э	д.т.н.		04.02.2019 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Бекбов Н.Г		04.02.2019 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.02.2019 г.	Введение	20
15.02.2019 г.	Изучение классификации ЧС	10
01.03.2019 г.	Проведение анализа статистических данных по ЧС на магистральных газопроводах	15
05.04.2019 г.	Изучение причин возникновения аварий на магистральных газопроводах	15
27.04.2019 г.	Построение дерева событий	10
21.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
04.06.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э	д.т.н.		04.02.2019

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2019

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1E51	Бекбов Наиль Гунарович

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01. Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
Использованная система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

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

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведение НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет объемов работ. Выбор методов производства работ. Составление калькуляции работ. Расчет потребности строительства в воде, электроэнергии, сжатом воздухе.
Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

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

Расчет объемов работ  
Выбор методов производства работ  
Составление калькуляции затрат труда  
Проектирование поточного метода производства работ  
Расчет потребности в основных строительных материалах, деталях и оборудовании  
Расчет потребности строительства в воде, электроэнергии, сжатом воздухе

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Бекбов Н.Г		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Бекбов Наиль Гунарович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01. Техносферная безопасность

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

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования центральная газовая магистраль. Рассмотреть влияние вредных и опасных факторов на сотрудников ,работающих с транспортировкой газа.
---	--

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

<b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме
<b>Производственная безопасность</b> Анализ опасных и вредных производственных факторов	Рассмотреть опасные и вредные факторы, предложить способы защиты от них: <b>Физико-химические факторы:</b> повышенная температура воздуха рабочей зоны; пламя и искры; наличие в дыму угарного и углекислого газов, отравляющих частиц горючих материалов (органическая и неорганическая пыль); пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму; шум; недостаток или переизбыток освещения; применение огнетушащих средств. <b>Психофизические</b> - нервно-психологические и физические нагрузки.
<b>Экологическая безопасность</b>	Рассмотреть негативное воздействие на окружающую среду
<b>Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	Рассмотреть технику безопасности при работе в условиях ЧС

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

#### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший Преподаватель	Романцов И.И.	к.т.н.		

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Бекбов Н.Г		

## *Реферат*

Выпускная квалификационная работа выполнена на 97 с., содержит 7 рисунков, 31 таблицу, имеет 27 источников и 2 приложения. Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, магистральный газопровод, межпромысловый трубопровод, оценка рисков, показатели рисков, «дерево событий». Объектом исследования является действующая система промышленного трубопровода предприятия.

Цель работы – оценка основных факторов, приводящих к реализации ЧС, и риски их возникновения.

В процессе исследования были выявлены основные факторы и причины реализации чрезвычайных ситуаций на магистральных газопроводах, анализ статистических данных, моделирование типовых сценариев реализации чрезвычайной ситуации.

В результате исследования были выявлены основные факторы и причины реализации чрезвычайных ситуаций на магистральных нефтепроводах, развития чрезвычайной ситуации, построено и проанализировано «дерево событий», оценены количественные показатели риска.

В дальнейшем данная методика исследования может использоваться при составлении паспорта безопасности опасных производственных объектов.

А также была проведена оценка экономической эффективности проведения данного исследования.



## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

### **Нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
3. ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
4. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

### **Определения**

В данной работе приведены следующие термины с определениями:

**Магистральный газопровод:** Трубопровод, транспортирующий газ из районов их добычи, производства или хранения до мест переработки или потребления. Строительство.

**Межпромысловый трубопровод:** Трубопровод, предназначенные для сбора продукта с группы месторождений и доставки его на центральные пункты подготовки или на перерабатывающие заводы.

**Оценка рисков:** Выявление опасностей, существующих на производстве, определение масштабов этих опасностей и их возможных последствий.

**Показатели рисков:** Количественная характеристика свойств возможных опасностей.

## Оглавление

Введение.....	12
1. Источники аварий на газопроводах .....	14
1.1. Сферы и задачи.....	14
1.2. Принцип работы газопровода.....	15
1.3. Строительство газопровода .....	17
1.4. Причины возникновения аварий .....	18
1.5. Причины роста числа аварий на объектах газового профиля .....	20
2. Рассмотрение методик анализа риска .....	21
2.1. Понятие риска .....	21
2.2. Обзор существующих методов анализа риска.....	23
3. Определение риска на объектах газопроводов .....	25
3.1. Идентификация опасностей.....	25
3.2. Построение и анализ «дерева событий».....	29
3.3. Результаты и анализ оценки риска.....	32
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	34
4.1 Организация строительства .....	34
4.2 Составление калькуляции затрат труда.....	36
4.3 Проектирование поточного метода производства работ .....	44
4.4 Расчет потребности в основных строительных материалах, деталях и оборудовании.....	46
4.5 Расчет потребности строительства в воде, электроэнергии, сжатом воздухе.....	52
4.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	56
5. Социальная ответственность.....	73
5.1. Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов при проведении работ .....	74
5.2. Инженерные и организационные решения по обеспечению безопасности работ .....	77
5.3. Санитарно-гигиенические требования к помещениям и размещению используемого оборудования.....	79

5.4. Обеспечение безопасности технологического процесса .....	82
5.5. Обеспечение взрывопожарной и пожарной безопасности .....	84
5.6. Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях .....	86
5.7. Экологичность проекта .....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	91
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	92

## *Введение*

На современном этапе развития газовой отрасли огромное внимание уделяется обеспечению надежности и безопасности при строительстве и эксплуатации магистральных газопроводов. Несмотря на это, ЧС связанные с транспортировкой газа по магистральным газопроводам возникают достаточно часто. В большинстве случаев такие аварийные ситуации сопровождаются большими материальными затратами для компаний, осуществляющих транспортировку газа, и существенным ущербом окружающей среде.

Энергия является основой современной промышленности и движущей силой устойчивое развитие для социально-экономической. В былые времена, потребление энергии природного газа быстро увеличивается, что приводит к значительному росту в газовой промышленности, такие как запасы природного газа, добыча и объемы торговли.

В связи с этим возникает необходимость снижения вероятности возникновения ЧС на магистральных газопроводах. Является одним из наиболее актуальных вопросов в нефтегазовой отрасли.

**Целью** работы является оценка основных факторов, приводящих к возникновению ЧС, а также вероятности их возникновения.

В ходе работы были выявлены основные факторы реализации ЧС на магистральных газопроводах, рассмотрена вероятность возникновения и развития сценариев аварийных ситуаций, проведена оценка рисков по каждому из выявленных факторов, построено «дерево событий» для ситуаций прорыва и прокола трубопровода.

Результаты можно будет использовать в дальнейшем для разработки мероприятий по повышению надежности и безопасности магистральных газопроводов в области их проектирования, строительства, а также эксплуатации.

Магистральные газопроводы осуществляют транспортировку газа. Тем не менее они представляют собой сложную систему с находящимся в нем

опасным веществом – газа. Несмотря на многолетний опыт эксплуатации и значительный прогресс в области строительства и проектирования трубопроводов, полностью исключить все недочеты, погрешности и отказы не удается. В результате этого возникают техногенные аварии, которые впоследствии приводят к загрязнению окружающей среды, гибели людей, пожарам, значительным потерям материальных ценностей и т. п.

Таким образом, возникает необходимость в заблаговременном прогнозировании ЧС на магистральных газопроводах, а также в разработке мероприятий по оперативному предотвращению негативных последствий ЧС.

Система трубопроводов являются источником повышенной опасности из-за большого количества фланцевых и сварных соединений, регулирующей и запорной арматуры, жестких условий работы и больших объемов веществ, перемещаемых по ним.

Наиболее опасной аварийной ситуацией, является авария, в которой участвует наибольшее количество опасного вещества.

## **1. Источники аварий на газопроводах**

### ***1.1. Сферы и задачи***

Первый шаг в оценке сложной (национальным или региональным рискам) для Надежности поставок (и связанных с ними угроз, опасностей, уязвимостей и т. д.) заключается в определении границы, в которые попадает данный анализ. При этом также полезно распознать различные цели каждого исследования и основные используемые концепции.

Вначале необходимо отметить, что в рассматриваемой литературе найдены не все классические оценки рисков. Фактически, публичные документы, которые предоставляют конкретные примеры идентификации рисков, анализ и оценка относительно редки. Для оценки такой литературы, которую операторы часто держат в секрете, мы будем стремиться к обзору литературы, относящейся к риску, в том числе энергетической безопасности.

## *1.2. Принцип работы газопровода*

Природный газ перемещается по трубопроводам в результате серии компрессоров, создающих перепады давления - газ течет из области высокого давления в область относительно низкого давления. Компрессоры приводятся в действие электрическими или газовыми двигателями, которые сжимают поступающий газ и проталкивают его на более высоком давлении. Как и следовало ожидать, компрессорные станции для крупных линий электропередачи намного больше, чем компрессоров, используемых для перемещения газа через небольшие распределительные линии к нашим домам.

Некоторые системы сбора не нуждаются в компрессорах, потому что давление газа, выходящего из скважин достаточно для перемещения газа по линиям сбора.

Природный газ сжимается в магистральных трубопроводах, от 150 до 430 метров давления на квадратный сантиметр. Компрессорные станции на передающих трубопроводах обычно строятся каждые 80-160 км по всей длине магистрального трубопровода, что позволяет увеличить давление необходимое, для перемещения газа. Некоторые газопроводы являются двунаправленными, что означает, что газ может быть с обоих концов трубопровода, и в зависимости от того, где газ удаляется и где компрессоры создают перепад давления, газ может течь в любом направлении.

И в предложении и в цене для клиентов. Многие газотранспортные трубопроводы «защиклены», что значит, что работают два или более трубопроводов. Параллельно друг другу, как правило, по том же пути. Цикл обеспечивает увеличенное хранение газа в системе для удовлетворения потребностей в периоды пиковой нагрузки.

Операторы газопровода отслеживают различные проблемы и управляют потоком газа по трубопроводу, используя система диспетчерского контроля и сбора данных. Диспетчерский контроль производится через компьютерную систему, предназначенную для сбора информации, такой как скорость потока

через трубопровод, рабочее состояние, давление, и показания температуры. Эта информация позволяет операторам трубопроводов знать, что происходит вдоль трубопровода, и позволяет быстрее реагировать на нормальные операции и на неисправности оборудования. Есть вероятность включения удаленного управления определенным оборудованием, включая компрессоры или клапаны, что позволяет операторам в центре управления регулировать скорость потока в трубопровод, а также для изоляции определенных участков трубопровода.



### *1.3. Строительство газопровода*

Этап строительства трубопровода является критически важным временем для обеспечения долгосрочной целостности трубопровода. Вот некоторые из вопросов, рассматриваемых на этапе строительства, влияющих на безопасность трубопровода. Некоторым трубопроводам и большинству производственных линий не требуется, придерживаться этих стандартов.

#### Материалы

Большинство передающих и собирающих трубопроводов теперь делают из высоко углеродистой сталь. Секции труб, изготавливаются на сталепрокатных станах и проверены, это делается для то чтобы убедиться, что они отвечают требованиям безопасности правительства и промышленности стандарты. Как правило, от 1200 до 2500 см в длину, они разработаны специально для их предполагаемого места в трубопроводе.

Разнообразие почвы, условия и географические или популяционные характеристики маршрута будут диктовать разные требования для размера трубы, прочности и толщины стенок. Распределительные трубопроводы также могут быть выполнены из стали, но все более высокопрочный пластик или используются композиты. Старые распределительные трубопроводы, чаще делались из чугуна. Чугун становится хрупким с возрастом, и мог быть подвержен переломам при воздействии смены времен года (морозы, таяние снега и т.п).

Исследования в зимний период времени, выявили, что утечки образовались в результате растрескивания труб в результате заморозков, но они были быстро найдены и отремонтированы. Известно, что некоторые пластиковые изделия становятся хрупкими с возрастом.

#### ***1.4. Причины возникновения аварий***

Основные причины аварий на объектах магистральных трубопроводов: внешние физические (силовые) воздействия на трубопроводы, включая криминальные врезки, повлекшие утечки; нарушения норм и правил производства работ при строительстве и ремонте, отступления от проектных решений; коррозионные повреждения труб, запорной и регулирующей арматуры; нарушения технических условий при изготовлении труб и оборудования; ошибочные действия эксплуатационного и ремонтного персонала.

Основной причиной аварий на действующих газопроводах за предыдущие годы является стресс-коррозия (табл.1.2). Отмечается тенденция роста аварий по этой причине. Если за период с 1990 по 2000 годы средний показатель аварий из-за коррозии под напряжением составил 22,5% от числа общих аварий, то 2000 году - 37,8% [7].

Таблица 1.2 - Основные причины аварий на газопроводах

Причины аварий	% от общего числа
1	2
Наружная коррозия	28,9
в т. ч. по КРН	22,5
Механические повреждения	19,0
Брак строительно-монтажных работ	21,9
в т. ч. брак сварки	13,0
Дефекты труб	11,4
Стихийные бедствия	9,5

Альтернативная причина, исследуемая и обсуждаемая здесь, - взрывное воспламенение скопившихся утечек газа из дефектов трубопровода в окружающие воздушные пространства. Меры по исправлению положения, дополненные для устранения дополнительных рисков, связанных с утечками из трубопровода и близлежащими воздушными пространствами, могут улучшить общественную безопасность.

### ***1.5. Причины роста числа аварий на объектах газового профиля***

Переход в нашей стране к рыночным принципам хозяйствования, появление новых видов и форм собственности, резкое ухудшение на данном этапе развития материально-финансового положения большинства промышленных предприятий, значительное физическое и моральное старение оборудования и другие факторы привели в конечном итоге к значительному росту числа крупных аварий с социальными и экономическими последствиями и, в первую очередь, на объектах нефтегазового профиля.

Определение основных особенностей аварий, возникающих при транспортировке и распределении газа (в газообразном состоянии). Был проведен опрос 185 несчастных случаев. Из них 131 (70,8%) произошли в транспортных системах, 32 (17,3%) на перерабатывающих предприятиях, 13 (7,0%) на складах и девять (4,9%) в бытовой / коммерческой деятельности. 131 авария, произошедшая в газовых трубах, была отобрана для дальнейшего анализа. Данные показывают, что наиболее частой аварией был взрыв (86 случаев, 65,6%) с последующей потерей защитной оболочки (63 записи, 48,1%) и пожар (56 записей, 42,7%). Причина аварии была выявлена в 90 случаях (68,7%). Из них наиболее частыми причинами были механический сбой (39 записей, 43,3%), ударный сбой (37 записей, 41,1%) и человеческая ошибка (32 записи, 35,6%); из конкретных причин, удары, вызванные землеройными машинами, были особенно многочисленными (21 случай, 23,2% известных причин). Оцениваются последствия аварий с точки зрения как человеческих, так и экономических потерь.

## 2. Рассмотрение методик анализа риска

### 2.1. Понятие риска

Методология анализа и управления риском позволяет учесть как вероятную природу аварий, так и совокупное влияние всех факторов, которые определяют характер их развития и масштабы воздействий на человека и среду его обитания. Используя количественные показатели риска, возможно не только оценить потенциальную опасность, но и сравнить опасности различной природы.

За последние два десятилетия акцент на безопасности трубопровода сместился с реагирования на предотвращение аварий. Профилактические меры включали более высокий уровень инспекций, вовлечение общественности посредством коммуникаций и перспективных анализов опасностей, представляемых трубопроводами. Трубопроводные компании также начали использовать различные методы оценки рисков, включая анализ рисков и работоспособности, анализ дерева событий, анализ на основе сценариев и методы индексации. В большинстве анализов основное внимание уделяется конкретным факторам, влияющим на вероятность выхода из строя трубопровода (например, внутренняя коррозия, внешняя коррозия, нагрузка на трубопровод) или последствиям разрыва (например, интенсивность тепла, радиус теплового удара, глубина покрытия). Некоторые из этих анализов фокусируются на конкретных компонентах системы трубопроводов, а некоторые пытаются учитывать взаимозависимости компонентов. Некоторые из наиболее часто используемых методов описаны ниже.

Подходы к оценке рисков и управлению рисками, которые были опубликованы на сегодняшний день, независимо от методологии, использованной для получения вероятностей и последствий процессов и событий, приводящих к риску, подчеркивают расчет числа рисков (то есть математической вероятности и последствий). Хотя этот расчет позволяет

увидеть количественное сравнение влияния различных факторов на безопасность трубопровода, что не является достаточным для определения риска для населения. Такой риск лучше охарактеризовать с точки зрения трех поставленных вопросов.

## 2.2. Обзор существующих методов анализа риска

Обычно выбор методов анализа риска строго не регламентируется. При выборе необходимо учитывать этап разработки системы, цели анализа, тип анализируемой системы и характер опасности, наличие ресурсов для проведения анализа и другие факторы.

Метод риск-анализа должен удовлетворять следующим требованиям: метод должен быть научно обоснован и соответствовать рассматриваемой системе; метод должен давать результаты в виде, позволяющем лучше понимать характер риска и намечать пути борьбы с этим риском; метод должен быть повторяемым и проверяемым.

Классификация методов анализа риска представлена на рис.2.1



Рисунок 2.1 - Классификация методов анализа риска

Риск определяется ответом на три вопроса:

- Что может пойти не так (необходимо определить каждую возможную ошибку)?
- Есть ли вероятность, что что-то пойдет не так?
- Каковы последствия?

В этом методе числовые значения присваиваются условиям в трубопроводной системе, которые способствуют риску. Оценка, которая отражает важность элемента относительно других элементов, определяется на основе комбинации статистических данных о сбоях и опыта оператора. Как и все методы, эта модель имеет ряд допущений:

Все опасности являются независимыми и аддитивными. Наихудшее условие присваивается участку трубопровода. Все значения точек являются относительными, а не абсолютными. Относительная важность каждого пункта основана на экспертном заключении; это субъективно. Учитываются только риски для населения, а не риски для операторов трубопровода или подрядчиков.



### 3. Определение риска на объектах газопроводов

#### 3.1. Идентификация опасностей

Установлено, что расследуется и анализируется не более 20-30% от общего количества аварийных ситуаций. Кроме того, нередко допускаются неточности в классификации аварийных ситуаций, такие как "утечки" или неполадки. Поэтому возникает необходимость правильно классифицировать возможные отказы линейной части магистральных газопроводов.

Если есть риск, его можно устранить (контроль риска). Отказы разделяются по нескольким критериям.

По этапам формирования:

- проектный;
- производственный;
- эксплуатационный.

Идентификация опасности может быть сделана:

- Во время разработки и реализации Разработка нового процесса или процедуры;

- Покупка и установка новой техники;
- Перед выполнением задач;

Проверка оборудования или последующих процессов:

- Просмотр окружения перед каждой сменой;

Пока выполняются задачи:

- Будьте в курсе изменений ненормальных условий или внезапных выбросов;

Во время проверок Формальный, неформальный, супервайзер, комитет по здоровью и безопасности:

После инцидентов;

Классификация дефектов трубных секций представлена на рис.3.1.

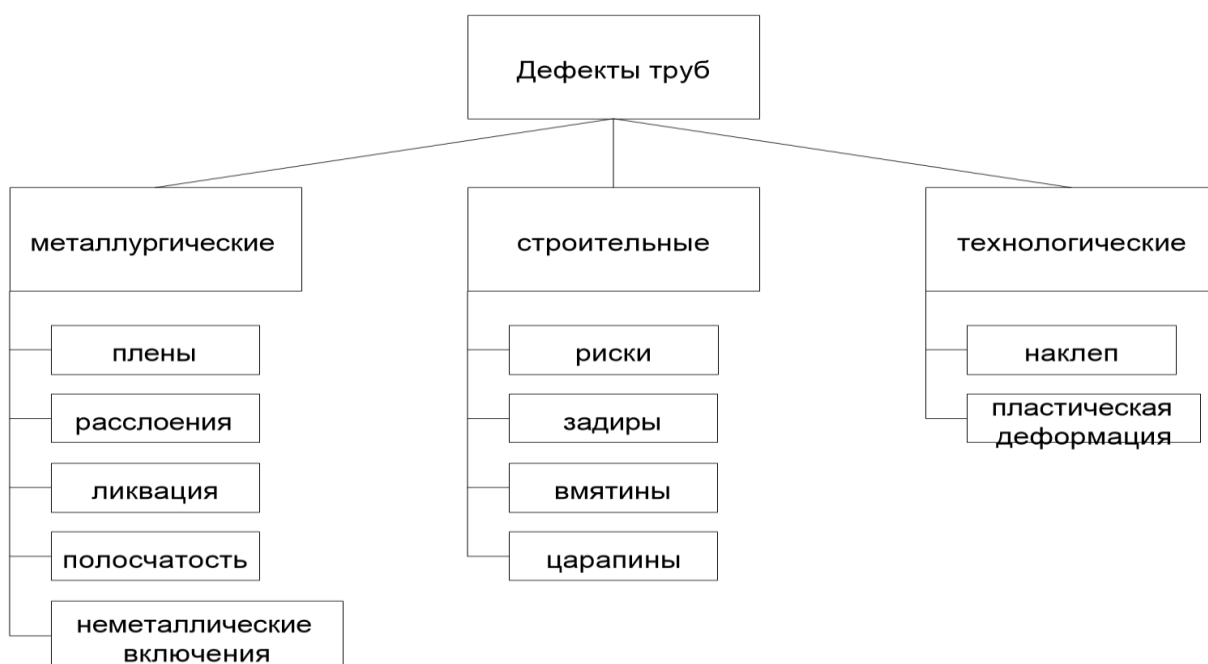


Рисунок 3.1 - Классификация дефектов трубных секций

Вероятность отказа в трубопроводах. Обычно исторические данные используются для определения вероятности отказа трубопровода [18]. Вероятность отказа различных сегментов конвейера может быть совершенно разной. Интенсивность отказов трубопровода значительно варьируется в зависимости от конструктивных факторов, условий строительства, методов обслуживания и экологической обстановки и т. д. [5]. В настоящее время многие компании используют точечные карты недостатков для оценки склонности различных участков газопровода к провалу [20]. Вероятность отказа в трубопроводах определяется как количество отказов на единицу длины трубы в течение одного года ( $1 / \text{год} \cdot \text{км}$ ), при условии, что на интересующем участке трубопровода имеются одинаковые условия [21]. Эта вероятность не является постоянной величиной и зависит от различных факторов.

Факторы, которые непосредственно связаны с вероятностью выхода из строя трубопроводов низкого давления (в газораспределительной сети): [23]

- внутренние особенности участка трубопровод
  - Диаметр
  - Возраст
  - факторы, касающиеся прокладки участка трубопровода
  - Глубина
  - Место нахождения
  - Основные характеристики
  - Тип и состояние дорожного покрытия
  - Техника укладки
- экологические параметры участка трубопровода
  - Трафика характеристики
  - Интенсивность подземных услуг
  - Внешняя температура и влажность

Действительные сценарии и последствия аварий на трубопроводе. Для оценки риска, связанного с трубопроводом, необходимо оценить возможные нежелательные последствия, вызванные любой утечкой или разрывом трубопровода [10]. В результате аварии в трубопроводе в атмосферу попадает большое количество топливного газа. Этот выброс может привести к таким последствиям, как пожар или взрыв [24] и нанести вред соседним людям и зданиям. Когда выделившийся газ интенсивно смешивается с воздухом и образует постоянное облако пара, это приведет к значительному мгновенному пожару или взрыву неограниченного облака пара. В случае трубопроводов вероятность мгновенного возгорания очень мала, поскольку легче воздуха и из-за своей плавучей природы не может образовывать постоянное облако пара на уровне земли. Поэтому избыточное давление от взрыва неограниченного облака пара можно игнорировать. Опасности, связанные с выделением (утечкой и разрывом) газа в газовой линии. Оценка методом анализа дерева событий (рис. 4). Токсическим эффектом утечки также можно пренебречь [18]. Таким образом, последствия аварий на трубопроводе обычно следующие: тепловое излучение реактивного пожара и ограниченный взрыв.

## 1) реактивный огонь

Огонь - это сложная цепная реакция, в которой топливо соединяется с кислородом, образуя тепло, дым и свет. Струя огня, также называемая струей пламени, происходит, когда горючий химикат быстро выпускается из отверстия в контейнере и сразу же загорается - очень похоже на пламя от паяльной лампы. Тепловое излучение является основной опасностью, связанной с пожаром реактивного самолета. Другие потенциальные опасности пожара в реактивном самолете включают дым, токсичные побочные продукты от пожара, а также вторичные пожары и взрывы в окружающей зоне [25]. В случае трубопроводов тепловое излучение будет наиболее важной опасностью аварии.

Когда газ сгорает у источника утечки, огонь превращается в диффузионное пламя (то есть реактивное пламя) и представляет угрозу для людей, находящихся рядом с источником утечки. Риск струйного пламени можно количественно оценить по мере тепловой радиации. Струйное пламя может быть идеализировано как серия точечных источников тепла, распространяющихся по длине пламени. Путем сворачивания набора тепловых излучателей в один точечный излучатель источника, расположенный на уровне земли, общий тепловой поток, получаемый рецептором повреждения на уровне земли, консервативно оценивается [5].

2) Взрыв в облаке ограниченного пара. Самое основное определение взрыва - это внезапное, интенсивное выделение энергии, которое часто производит громкий шум, высокие температуры и летящий мусор и генерирует волну давления. Существует много типов взрывов, причины и следствия которых будут различными. Мы должны учитывать три основные опасности при взрыве: тепловое излучение, избыточное давление и опасные осколки [25].

### **3.2. Построение и анализ «дерева событий»**

«Дерево событий» используется для выявления причинно-следственных связей между отдельными событиями сценариев.

Анализ дерева событий использует те же логические и математические методы, что и анализ дерева ошибок. Однако, хоть дерево ошибок и анализирует, как может происходить нежелательное верхнее событие, в то время дерево событий учитывает влияние отказа определенного компонента или элемента в системе и определяет влияние такого отказа на общий системный риск. или -надежность. Деревья событий являются индуктивными; деревья ошибок являются дедуктивными.

Исходное событие в дереве событий обычно попадает в одну из следующих четырех категорий:

-Неисправности или небезопасные условия в отдельных предметах оборудования;

-Человеческая ошибка;

-Коммунальные сбои; а также

-Внешние события (такие как ураганы или землетрясения)

Сценарии развития ЧС на системе межпромысловых трубопроводов месторождения могут быть приближенно представлены в виде «деревьев событий», которые представлены на рисунках 3.2 :

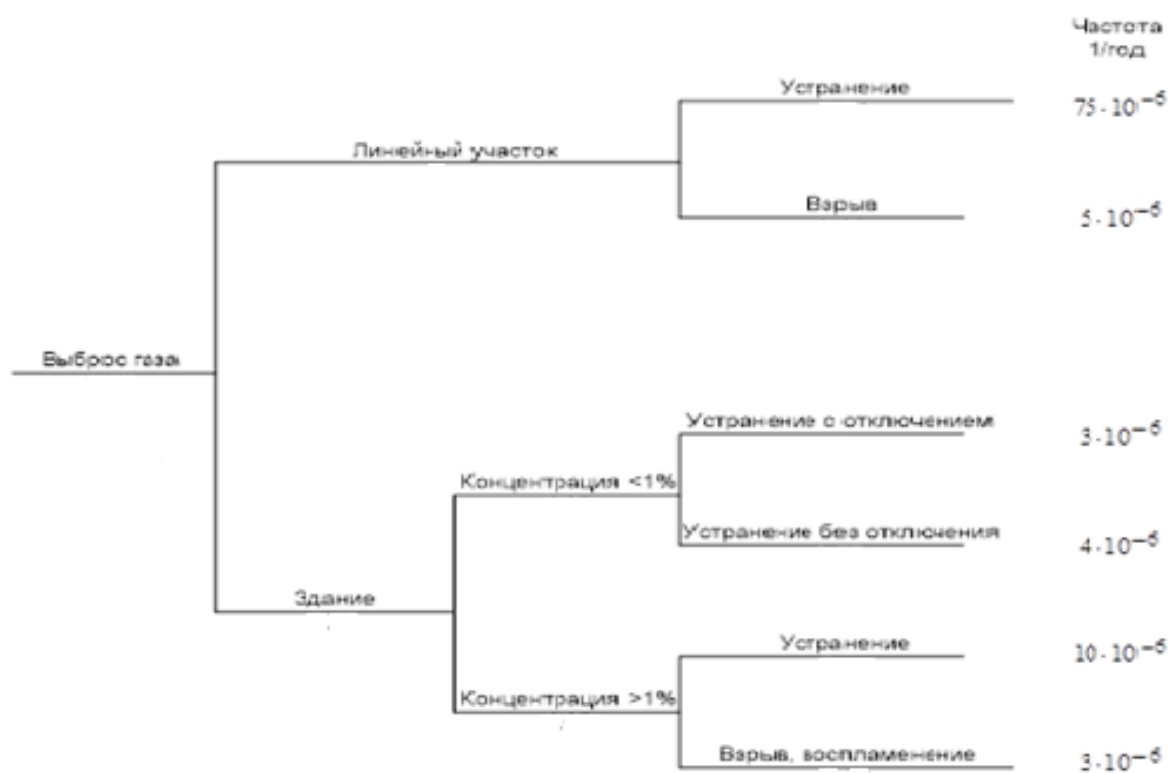


Рисунок 3.2. «Дерево событий» в результате порыва трубопровода.

Частота основных событий, приводящих к ЧС и образованию поражающих факторов на системе межпромысловых трубопроводов месторождения, приведены в таблице 3.8:

Конструирование дерева событий происходит аналогично конструированию дерева неполадок. Оно начинается с определения инициирующего события. Каждая ветвь дерева событий представляет собой отдельный результат последовательности событий.

Частота каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения частоты основного события на вероятность последующего. При этом сумма вероятностей событий, следующих из каждой точки разветвления дерева событий, равна единице (что, по существу, означает полноту описания возможных сценариев развития аварийной ситуации).

Оценку вероятности событий проводят с использованием статистических данных или расчетными методами. При отсутствии статистических данных для вероятности мгновенного воспламенения истекающего продукта допускается

принимать значение 0,05. Статистические вероятности различных сценариев развития аварий с выбросом горючего вещества приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Статистические вероятности сценариев развития аварий

Сценарий аварии	Вероятность
Факел	0,0574
Огненный шар	0,7039
Горение пролива	0,0287
Сгорание облака	0,1689
Взрыв облака	0,1190
Без горения	0,0292

### ***3.3. Результаты и анализ оценки риска***

В результате проведения оценки риска ЧС на системе межпромысловых трубопроводов месторождения получены показатели риска, определены зоны (радиусы) действия основных поражающих факторов.

По результатам оценок, наиболее опасными являются следующие сценарии:

Сценарий 1. Пожар в результате разгерметизации (порыва) участка системы промысловых трубопроводов № 11 (от крана № 68 ПК67+830) до крана № 84 (ПК83+900)), проходящего по заболоченной местности. При развитии аварии по данному сценарию прогнозируется наибольшая площадь разлива (99454 м<sup>2</sup>) и максимальный материальный ущерб. Вероятность реализации данного сценария  $1,54 \cdot 10^{-5}$  1/год. Условная вероятность поражения человека интенсивностью тепловым излучением 17 кВт/м<sup>2</sup> на расстоянии 135 м от центра разлива составляет 99 %. Смертельного поражения персонала не прогнозируется, ожидаемое число пострадавших – 3 человека.

Сценарий 2. Поздний взрыв облака ТВС в результате разгерметизации (порыва) участка системы промысловых трубопроводов № 11 (от крана № 68 (ПК67+830) до крана № 84 (ПК83+900)), проходящего по заболоченной местности. Вероятность реализации данного сценария  $4,11 \cdot 10^{-6}$  1/год. При развитии аварии по данному сценарию прогнозируется наибольшая зона действия поражающих факторов (радиус поражения взрывной волной давлением 3 кПа достигает 1763 м) и наибольшее количество пострадавших. Условная вероятность поражения человека избыточным давлением взрыва 100 кПа на расстоянии 157 м от центра облака составляет 99 %. Ожидаемое число погибших – 2 человека.



Сценарий 3. Разлив нефти на водную поверхность в результате разгерметизации (прокола) участка системы промышленных трубопроводов № 20 (от крана № 157 (ПК156+900) до крана № 162 (ПК160+652)). При развитии аварии по данному сценарию прогнозируется разлив нефти (66000 м<sup>2</sup>) на водную поверхность крупнейшего водотока – р. Васюган и наибольший экологический ущерб. Вероятность реализации данного сценария  $5,25 \cdot 10^{-4}$  1/год.

Наиболее вероятным является:

Пожар в результате разгерметизации (прокола) участка системы межпромысловых трубопроводов № 24 (от крана № 179 (ПК179+200) до крана № 192 (ПК192+673)), проходящего по суходолу и заболоченной местности. Вероятность реализации данного сценария  $2,42 \cdot 10^{-4}$  1/год. При прохождении суходола условная вероятность поражения человека интенсивностью тепловым излучением 17 кВт/м<sup>2</sup> на расстоянии 28 м от центра разлива составляет 97 %. При прохождении болота условная вероятность поражения человека интенсивностью тепловым излучением 17 кВт/м<sup>2</sup> на расстоянии 30 м от центра разлива составляет 97 %. Ожидаемое число погибших – 1 человек. Ожидаемое число пострадавших – 3 человека

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### ***4.1 Организация строительства***

#### **4.1.1 Расчет объемов работ**

Определение объемов работ ведется на основе рабочих чертежей проекта. Номенклатура работ и единицы измерения принимаются по видам работ согласно ЕНиР. Объем работ по объекту разбит на 3 захватки.

Захватка – это участок строительного объекта, на котором выполняются частные работы. Расчет трудоемкости ведется согласно ЕНиР. При подсчете объемов работ учитывается категория грунта.

Расчет объемов работ приведен ниже.

#### **4.1.2 Выбор методов производства работ**

Наиболее рациональным методом организации строительно-монтажных работ является поточный метод, при котором работа осуществляется специализированными звеньями, переходящими с одной захватки на другую и выполняющими свой комплекс работ. При организации работ по монтажу необходимо стремиться к использованию средств механизации, которые облегчают производство работ и повышают производительность труда. При выборе типа механизмов следует подбирать наиболее эффективные, которые обладают необходимыми техническими характеристиками и которые можно использовать в данных условиях.

До начала строительства возводятся временные здания и сооружения. Перед разработкой грунта в траншее необходимо произвести разбивку и закрепление трассы, предварительно получив разрешение на производство работ в соответствующих организациях, а также уведомив эксплуатационные

службы, регламентирующие порядок разработки грунта в непосредственной близости от действующих коммуникаций, установить ограждения. Разбивку трассы газопровода производят при помощи реперов. Разработка грунта экскаватором ЭО-3311. После отрывки траншеи устанавливаются временные мосты в местах движения пешеходов и транспорта.

Перед полной засыпкой трубопроводов бульдозером производится пневматическое испытание. После засыпки разбираются ограждения и восстанавливается дорожное покрытие.

## 4.2 Составление калькуляции затрат труда

Калькуляция затрат труда является исходным документом для составления графиков производства работ, так как именно по ней подсчитываются все необходимые трудовые затраты. Расчет трудоемкости работ ведется согласно ЕНиР. Время производства работ по захваткам определяется в соответствии с трудовыми затратами количественным составом звена, бригадой для выполнения специализированного потока и сменности работы. Все расчеты сводятся в ведомость производства работ, которая приведена в приложении. Для расчета ведомости производства работ рассчитываются необходимые объемы строительно-монтажных работ

### 1) Разбивка трассы

Трассу разбиваем из расчета 50 вешек на 1 км. Ограждения устраиваются по обе стороны всей длины трассы

Таблица 4.1

№ захватки	Кол-во вешек, штук	Длина захватки, м	Длина ограждения, м
1	8	853	1706
2	7	662	1324
3	8	756	1512

### 2) Определение объемов земляных работ

Объем земляных работ при разработке траншеи определяется по формуле

$$V_{\text{тр}} = \frac{A + E}{2} \times H \times l \quad (4.1)$$

где  $A$  – ширина траншеи по верху, м;

$E$  – ширина траншеи по низу, м;

$H$  – глубина траншеи, м;

$l$  – длина участка, м;

1 захватка

$$V_{\text{тр}} = \frac{0,5 + 0,5}{2} \times 1,16 \times 853 = 486 \text{ м}^3$$

2 захватка

$$V_{\text{тр}} = \frac{0,5 + 0,5}{2} \times 1,16 \times 662 = 381 \text{ м}^3$$

3 захватка

$$V_{\text{тр}} = \frac{0,5 + 0,5}{2} \times 1,16 \times 756 = 443 \text{ м}^3$$

### 3) Устройство колодцев для газопроводов

Для систем газоснабжения применяются колодцы из железобетонных колец. К установке приняты колодцы КС-20-1. Наружный диаметр колец  $D_n = 2200$  мм. Объем котлована с вертикальными стенками:

$$V_{\text{тр}} = (D_n + 0,2)^2 \times (H + h) \quad (4.2)$$

где  $D_n$  – диаметр колодца, м;

$H$  – глубина траншеи, м;

$h$  – заглубление котлована ниже траншеи,  $h=0,5$ .

$$V_{\text{тр}} = (2,2 + 0,2)^2 \times (1,16 + 0,5) = 9 \text{ м}^3.$$

1 захватка – 6 шт,

2 захватка – 2 шт,

3 захватка – 4 шт.

#### 4) Разработка грунта вручную

$$V_p = 0.1 \times E \times 1, \text{ м}^3 \quad (4.3)$$

1 захватка

$$V_p = 0,1 \times 0,5 \times 853 = 45 \text{ м}^3.$$

2 захватка

$$V_p = 0,1 \times 0,5 \times 662 = 34 \text{ м}^3.$$

3 захватка

$$V_p = 0,1 \times 0,5 \times 756 = 37 \text{ м}^3.$$

#### 5) Планировка площадей трассы

$$S_{пл} = 1 \times a, \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

где а – ширина планировки, 2,5м.

1 захватка – 2100 м<sup>2</sup>

2 захватка – 1650 м<sup>2</sup>

3 захватка – 1900 м<sup>2</sup>

6) Объем механизированной разработки грунта с погрузкой в транспортные средства

1 захватка – 57 м<sup>3</sup>

2 захватка – 19 м<sup>3</sup>

3 захватка – 38 м<sup>3</sup>

7) Подсчет объемов работ по монтажу трубопроводов и арматуры. Доставка труб на трассу. Трубы принимаем по [9].

Масса трубопровода на захватке, т

1 захватка – 5,305 т

2 захватка – 3,585 т

3 захватка – 4,904 т

Доставка железобетонных колодцев на трассу, масса одного колодца 1,47 т

1 захватка – 8,82 т

2 захватка – 2,94 т

3 захватка – 5,88 т

8) Устройство переходных мостов (из расчета 1 мост на 100 м)

1 захватка – 9 шт.

2 захватка – 6 шт.

3 захватка – 7 шт.

9) Сборка и сварка труб

Таблица 4.2. Сварные соединения

Захватка	Количество стыков
1 хватка Ø63×5,8	3
Ø110×10	11
Ø160×10	71
2 хватка Ø63×5,8	16
Ø110×10	-
Ø160×10	50
3 хватка Ø63×5,8	11
Ø110×10	11
Ø160×10	63

10) Монтаж фасонных частей и арматуры

Тройники, отводы, задвижки считаются согласно схемы прокладки газопровода.



Таблица 4.3. Фасонные части и арматура

Захватки	Кол-во отводов, шт	Кол-во задвижек, шт	Кол-во тройников, шт
1 хватка			
Ø63×58	1	2	-
Ø110×10	1	-	-
Ø160×10	2	3	4
2 хватка			
Ø63×58	-	2	-
Ø110×10	-	2	-
Ø160×10	-	-	2
3 хватка			
Ø63×58	1	3	-
Ø110×10	1	-	-
Ø160×10	2	-	4

11) Присыпка трубопровода грунтом

$$V_{\text{прис}}=0,2 \times E \times l, \text{ м}^3 \quad (4.5)$$

1 хватка

$$V_{\text{прис}}=86 \text{ м}^3$$

2 хватка

$$V_{\text{прис}}=66 \text{ м}^3$$

3 захватка  $V_{\text{прис}}=78 \text{ м}^3$

## 12) Засыпка газопровода грунтом

$$V_3=V_{\text{раз}}- V_{\text{прис}}, \text{ м}^3 \quad (4.6)$$

1 захватка

$$V_3=450 \text{ м}^3$$

2 захватка

$$V_3=300 \text{ м}^3$$

3 захватка

$$V_3=400 \text{ м}^3$$

## 13) Уплотнение грунта механическим способом

$$V_{\text{упл}}=V_{\text{раз}} \times k, \text{ м}^3 \quad (4.7)$$

1 захватка

$$V_{\text{упл}}=260 \text{ м}^3$$

2 захватка

$$V_{\text{упл}}=200 \text{ м}^3$$

3 захватка

$$V_{\text{упл}}=240 \text{ м}^3$$

Таблица 4.4. Ведомость объемов земляных работ

Разработка траншеи экскаватором, м <sup>3</sup>	Объем колодцев, м <sup>3</sup>	Зачистка дна траншеи, м <sup>3</sup>	Обратная засыпка, м <sup>3</sup>
1310	115	116	1150

### ***4.3 Проектирование поточного метода производства работ***

Проектом предусматривается применение поточного метода производства как наиболее эффективного. В соответствии с этим методом все работы (частные потоки) объединены в специализированные, на выполнение которых назначены бригады и определена продолжительность выполнения работ.

По данным калькуляции составляем клеточную матрицу.

В строках матрицы указываются захваты, в столбцах процессы. Внутри каждой клетки проставляется продолжительность выполнения соответствующего процесса на соответствующей захватке. В нижней дополнительной строке под каждым столбцом проставляется суммарная продолжительность каждого процесса на всех захватках.

Расчет ведется по столбцам. Для первого процесса всегда сверху вниз, так как захватка, с которой начинается расчет, помещается в верхнюю строку матрицы. В каждой клетке, кроме продолжительности, проставляются два значения: в левом верхнем углу время начала выполнения процесса, в правом нижнем – время его окончания. Матрица представлена в графической части проекта.

На рассчитанной матрице выполняется поиск самого напряженного пути. Это безразрывный путь от первой до последней клетки матрицы, который является критическим.

По рассчитанной матрице строится циклограмма неритмичного потока с выделением безразрывного пути, представлена в графической части проекта. Каждая работа на захватке является самостоятельной и имеет свой шифр, а также свои предшествующие и последующие события и работы. При построении топологии сети надо следить за тем, чтобы в ней были правильно отражены технологические и организационные взаимосвязи между работами и комплексами. При нумерации событий необходимо, чтобы номер

предшествующего (начального) события был меньше номера последующего (конечного). Топология сети приведена в графической части проекта. После проверки правильности взаимосвязей между работами приступают к расчету параметров сетевого графика. Расчет параметров сетевого графика приведен в приложении В.

Объективными показателями качественной оценки графика движения рабочих являются два коэффициента:

- коэффициент неравномерности движения рабочих во времени

$$K_1 = \frac{T_{уст}}{T_{общ}} \quad (4.8)$$

где  $T_{уст}$  – период установившегося движения рабочих, дн.,

$T_{общ}$  – общий срок строительства, дн.,

- коэффициент неравномерности движения рабочих по количеству

$$K_2 = \frac{R_{max}}{R_{cp}} \quad (4.9)$$

где  $R_{max}$  – максимальное количество рабочих, чел.;

$R_{cp}$  – среднее количество рабочих, чел..

$$R_{cp} = \frac{\sum Q_{\phi}}{T_{общ}} \quad (4.10)$$

где  $Q_{\phi}$  – общее количество затрат труда, чел.дн.

#### ***4.4 Расчет потребности в основных строительных материалах, деталях и оборудовании***

Потребность в основных строительных материалах, деталях и оборудовании, оказывающих влияние на организацию складского хозяйства, определяют на основе результатов расчета объемов работ и норм расхода на единицу измерения по СНиП или производственным нормам расхода, номенклатуре типовых индустриальных изделий и составляется ведомость потребности.

Таблица 4.5. Ведомость потребности в основных строительных материалах

№ п.п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол- во работ	Наименование материалов	Ед. изм.	Расход материалов	
						на ед.	на весь объем
2	3	4	5	6	7	8	
	Сварка встык полиэтиленовых труб Ø63×5,8 Ø110×10 Ø160×10	пм пм пм	298 226 1848	труба полиэтиленовая труба полиэтиленовая труба полиэтиленовая	кг кг кг	0,6 3 7	179 678 12936
	Устройство песчаного основания	1 м <sup>3</sup>	174	песок	м <sup>3</sup>	1,1	191

Таблица 4.6. Ведомость потребности в изделиях, деталях и оборудования

№ п.п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол- во работ	Наименование материалов	Ед. изм.	Расход материалов	
						на ед.	на весь объем
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Устройство переходных мостов	1 шт	22	мост металлический	1 шт	1	22
2	Устройство сборных ж/б колодцев	1 шт	12	ж/б колодец сборный	1 т	1,4 7	17,64
3	Установка тройников	1 шт	10	тройник	1 шт	1	10
4	Установка отводов	1 шт	8	отвод	1 шт	1	8
5	Установка задвижки газовой	1 шт	18	задвижка газовая	1 шт	1	18

Совместно с разработкой сетевого графика и на его основе составляются графики поступления на объект основных строительных материалов, деталей, оборудования, необходимых машин и механизмов.



Таблица 4.7. График поступления на объект основных строительных материалов, деталей и оборудования

№ п.п	Наименование строительных конструкций, изделий, материалов, деталей и оборудования	Ед. изм.	Кол-во	График поступления по дням (неделям, месяцам)							
1	2	3	4	5							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	Трубы полиэтиленовые по ГОСТ 50838-95	м	2271								
2	Сборные колодцы ж/б	шт	12								
3	Задвижки газовые стальные	шт	18								
4	Тройники	шт	10								
5	Отводы	шт	8								

Таблица 4.8. График поступления на объект необходимых машин и механизмов

№ п.п	Наименование строительных конструкций, изделий, материалов, деталей и оборудования	Ед. изм.	Кол- во	График поступления по дням (неделям, месяцам)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	Бульдозер ДТ-75	шт	1								
2	Экскаватор ЭО-3311	шт	1								
3	Длинномер КамАЗ-5511	шт	1								
4	Аппарат для ручной сварки полиэтиленовых труб «встык» «PIPEFUSE»	шт	1								
5	Генератор напряжения «PLUTONARC»	шт	1								

Таблица 4.9. Расчет временных зданий

Наименование помещений	Наименование показателей	Ед. изм	Норма	Кол-во человек
1	2	3	4	5
Контора прораба	площадь на 1 чел. ИТР	м <sup>2</sup>	3,0	2
Умывальная и гардероб	площадь на 1 рабочего	м <sup>2</sup>	0,4	4
Душевые	число человек на 1 душ	чел	10÷20	2
	площадь на 1 душ	м <sup>2</sup>	3,0	7
Помещения для сушки одежды	площадь на 1 рабочего	м <sup>2</sup>	0,2	4
Помещения для приема пищи	площадь на 1 рабочего	м <sup>2</sup>	1,2	16
Уборные	площадь на 1 рабочего	м <sup>2</sup>	0,1	2
	число рабочих на 1 унитаз	чел	15÷20	1,8
	площадь 1 унитаза	м <sup>2</sup>	2,6÷3,0	4

#### **4.5 Расчет потребности строительства в воде, электроэнергии, сжатом воздухе**

##### 1) Расчет временного водопровода

Временный водопровод рассчитывается по максимальному расходу воды на производственные и бытовые нужды.

Максимальный секундный расход на производственные нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\sum Q_{\text{см}} \times k_{\text{см}}}{8 \times 3600}, \text{ л/с} \quad (4.11)$$

где  $k_{\text{см}}$  – коэффициент неравномерности потребления воды в смену, 1,5;

$$\sum Q_{\text{см}} = 180 \text{ л/маш.см.}$$

$$Q_{\text{см}} = \frac{180 \times 1,5}{8 \times 3600} = 0,009 \text{ л/с.}$$

Расчетный расход воды

$$Q_{\text{рас}} = (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хб}}) \times k, \text{ л/с} \quad (4.12)$$

где  $k=1.5$ ;

$Q_{\text{хб}}$  – расход воды на хозяйственные нужды, определяется с учетом работающих в смену 0,012 л/с.

$$Q_{\text{рас}} = (0,009 + 0,012) \times 1,5 = 0,0315 \text{ л/с.}$$

По расчетному расходу определяется диаметр труб временного водопровода

$$D = \sqrt{8.5 \times Q_{\text{рас}}}, \text{ см} \quad (4.13)$$

$$D = \sqrt{8.5 \times 0,0315} = 2,7 \text{ см}$$

Диаметр водопроводной трубы принимаем 32 мм

## 2) Расчет потребности в электрической энергии

Определяется на основании данных о потреблении энергии машинами, механизмами и необходимой мощности на нужды освещения

Общая потребляемая мощность определяется по формуле

$$P = 1,1 \times k \times \sum P_{\text{св}}, \text{ кВт} \quad (4.14)$$

где  $P$  – силовая мощность тока, кВт;

$\sum P_{\text{св}}$  – мощность устройств освещения, кВт;

$k_2$  – коэффициент одновременности потребления, принимается 0,9

$$P = 1,1 \times 0,9 \times (0,8 + 4,6 + 15) = 20,2 \text{ кВт}$$

Расход электроэнергии на питание электродвигателей принимается по соответствующим техническим характеристикам механизмов и машин из соответствующих справочников, а на электроосвещение – по таблице.

Таблица 4.10. Ориентировочная потребляемая мощность электроосвещения

Наименование потребителей	Ед. изм.	Средняя освещенность, люкс	Удельная мощность, Вт
1	2	3	4
Производство механизированных земляных, бетонных и каменных работ	м <sup>2</sup>	5	0,8
Монтаж стальных конструкций и сварка труб	м <sup>2</sup>	15	4,6
Внутреннее освещение административных и бытовых помещений	м <sup>2</sup>	50	15

При суммарном расходе энергии до 20 кВт следует проектировать присоединение к существующим городским низковольтным электрическим сетям.

### 3) Расчет потребности в сжатом воздухе

Для продувки и опрессовки трубопроводов расчет производится по формуле

$$Q_{св} = 0,0018 \times d_v \times P_n \times l, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (4.15)$$

где  $d_v$  – наибольший внутренний диаметр испытываемых труб, м;

$P_n$  – испытательное давление, принимаемое по [ ], МПа;

$l$  – средняя длина трубопроводов, испытываемых в смену, м.

$$Q = 0,0018 \times 0,15 \times 0,4 \times 430 = 0,046 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Расчетная производительность компрессорной установки равна

$$Q_p = (Q_{св} + \sum Q_{пр}) \times 1,1, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (4.16)$$

где  $Q_p$  – расход воздуха на отдельные технологические процессы,  $\text{м}^3/\text{мин}$ .

$$Q_p = (0,046 + 1,9) \times 1,1 = 2,14 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

## 4.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

### 4.6.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (4.17)$$

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

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.



Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 4.11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Ручка	шт.	1	1	1	20	20	20	23	23	23
Дополнительная литература	шт.	2	1	1	400	350	330	920	402,5	379,5
Тетрадь	шт.	1	1	1	10	10	10	11,5	11,5	11,5
Итого								2852	2219,	2135,

#### 4.7 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 4.12.

Таблица 4.12 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнитель и по категориям	Трудо-емкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на			Всего заработная плата по тарифу (окладам),		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3			3,6			10,8		
2.	Выдача задания на тему	Студент	2			0,8			1,6		
3.	Постановка задачи	Студент	2			0,8			1,6		
4.	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, студент	2	1	1,5	4,4			8,8	4,4	6,6
5.	Подбор литературы	Студент	8	7	8	0,8			6,4	5,6	6,4
6.	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент	15			0,8			12		
7.	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	8			0,8			6,4		
8.	Анализ конкурентных технологий	Студент	6			0,8			4,8		
9.	Выбор наиболее подходящей и перспективной технологии	Руководитель, Студент	3	1	3	4,4			13,2	4,4	13,2

Продолжение таблицы 4.13

10.	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	2	1	1,5	4,4	8,8	4,4	6,6
11.	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	2,5		0,8	2			
12.	Работа над выводом	Студент	2		0,8	1,6			
13.	Составление пояснительной записки	Студент	5		0,8	4			
Итого:							82		

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.18)$$

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

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

Максимальная основная заработная плата руководителя (доктора наук) равна примерно 36000 рублей, а студента 46000 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.19)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 41400 рублей, студента – 52900 рублей.

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (4.20)$$

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №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 2019 году водится пониженная ставка – 28%.

Таблица 4.14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	36000	21600	32400	5400	3240	4860
Студент-дипломник	46000	42000	45200	6900	6300	6780
Коэффициент отчислений	0,28					
Итого						
Исполнение 1	25555,3 руб.					
Исполнение 2	19820,94 руб.					
Исполнение 3	24184,04 руб.					

#### 4.7.2 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.21)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:

$$Z_{\text{накл}} = 424007,3 \cdot 0,16 = 67841,2 \text{ руб.}$$

### 4.7.3 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 4.15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	2852	2219,5	2135,5	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудо- вание для научных	301300	196650	201250	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной	82000	63600	77600	Пункт 3.4.3
4. Затраты по дополнительной	12300	95400	11640	Пункт 3.4.4
5. Отчисления во	25555,3	19820,9	24184,0	Пункт 3.4.5
6. Накладные расходы	67841,2	60430,5	50689,5	16 % от суммы
7. Бюджет затрат НИИ	491849	438121	367499	Сумма ст. 1- 6

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (4.22)$$

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

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

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

$$I_{финр}^{исп.1} = \frac{491849}{491849} = 1; \quad I_{финр}^{исп.2} = \frac{438121}{491849} = 0,89; \quad I_{финр}^{исп.3} = \frac{367499}{491849} = 0,75;$$

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (4.23)$$

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

$a^i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 4.16).

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	3
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	2	3
3. Ремонтпригодность	0,15	5	3	4
4. Энергосбережение	0,20	4	5	3
5. Надежность	0,15	4	4	2
6. Пусковой период	0,1	5	4	3
7. Материалоемкость	0,15	5	4	3
ИТОГО	1	4,5	3,65	3

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 3,65;$$

$$I_{p-исп3} = 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 = 3.$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (4.24)$$

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,5}{1} = 4,5; \quad I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} = \frac{3,65}{0,89} = 4,1;$$

$$I_{исп.3} = \frac{I_{р-исп3}}{I_{финр}} = \frac{3}{0,7} = 4,3.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (табл 4.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} \quad (4.25)$$

Таблица 4.17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разра-ботки	1	0,89	0,75
2	Интегральный показатель ресурсоэффektivности разработки	4,5	3,65	3
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,1	4,3
4	Сравнительная эффективность вариантов ис-полнения	1	0,9	0,96

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.



#### 4.7.5 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 4.18 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,05	50	100	0,5	0,025
2. Помехоустойчивость	0,01	30	100	0,3	0,003
3. Надежность	0,1	80	100	0,8	0,08
4. Унифицированность	0,09	70	100	0,7	0,063
5. Уровень материалоемкости разработки	0,05	50	100	0,5	0,025
6. Уровень шума	0,01	30	100	0,3	0,003
7. Безопасность	0,1	80	100	0,8	0,08

Продолжение таблицы 4.19

8. Потребность в ресурсах памяти	0,01	30	100	0,3	0,003
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,03	40	100	0,4	0,012
10. Простота эксплуатации	0,05	50	100	0,5	0,025
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,07	75	100	0,75	0,0525
12. Ремонтпригодность	0,01	10	100	0,1	0,001
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	95	100	0,95	0,095
14. Уровень проникновения на рынок	0,1	95	100	0,95	0,095
15. Перспективность рынка	0,1	95	100	0,95	0,095
16. Цена	0,04	45	100	0,45	0,018
17. Послепродажное обслуживание	0,01	30	100	0,3	0,003
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,03	50	100	0,5	0,015
19. Срок выхода на рынок	0,02	70	100	0,7	0,014
20. Наличие сертификации разработки	0,02	90	100	0,9	0,018
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>72,55</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

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

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

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

$P_{cp} = 72,55$ , следовательно, перспективность данного исследования является выше среднего.

По результатам оценки качества и перспективности можно сделать вывод о том, что данное исследование не нуждается в больших объемах инвестирования.

#### 4.7.6 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 5.3 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>          С1. Прогнозирование и выявление опасностей в широком масштабе          С2. Способность охватывать различные виды отраслей          С3. Устойчивое финансовое положение          С4. Потребность предприятий в проведении оценки рисков          С5. Постоянная информационная насыщенность</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>          Сл1. Невозможность предвидеть все риски          Сл2. .Большой срок проведения исследования          Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход          Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий в области оценки рисков          Сл5 Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.</p>
--	--	---

Продолжение таблицы 5.3

<p><b>Возможности:</b>          В1.Создание партнерских отношений со всеми видами отраслевой промышленности          В2. Большой потенциал усовершенствования методики оценки рисков.          В3. Сокращение энергозатрат за счет реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии(HSE).          В4.Рост и развитие новых потенциально опасных объектов, требующих проведения оценки рисков          В5. Создание новых видов методик оценки рисков</p>	<p>-Способность охватывать различные виды отраслей и возможность в прогнозировании и выявлении опасностей в широком масштабе дают большую возможность создавать партнерские отношения со всеми видами отраслевой промышленности, тем самым сохраняя устойчивость финансового положения.          -С каждым годом количество новых потенциально опасных объектов увеличивается и, поэтому, увеличивается необходимость в проведении оценки рисков, следовательно, растет востребованность методики</p>	<p>-Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней есть некоторые негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большой срок проведения исследования и низкая скорость продвижения новых технологий в области оценки рисков, при этом для каждого потребителя требуется индивидуальный подход.          -При реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии(HSE) сократятся все негативные моменты, напрямую зависящие от энергозатрат.          -Целесообразность в создании новых видов методик оценки рисков состоит в том, чтобы повысить положительные стороны и минимизировать негативные.</p>
<p><b>Угрозы:</b>          У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов          У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной</p>	<p>-При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как в следствие этого, снижение финансового положения, и,</p>	<p>-Все вышеперечисленные негативные моменты напрямую связаны с неточностью проведения оценки риска, поэтому</p>

базой У3.Неточность проведения оценки риска. У4. Колебания цен на данное исследование. У5.Снижение цен у конкурентов	возможно, сосредоточение только на определенных потребителях. -При истощении ресурсной базы потребитель будет вынужден прекратить своё производство и отказаться от услуг исследования, что ведет к невостребованности проекта. -Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности проведения оценки рисков.	методика нуждается в усовершенствовании.
---	--	--

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно исследовательского проекта. Данное соответствие или несоответствие помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта.

Интерактивные матрицы проекта.

Таблица 4.20

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	0
	B2	-	-	0	0	+
	B3	0	0	+	0	-
	B4	+	+	0	+	+
	B5	0	+	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4, B4C1C2C4C5.

Таблица 4.21

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	0	-	-
	B2	+	+	+	+	0
	B3	-	+	+	+	-
	B4	-	-	+	-	-
	B5	+	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл2Сл3Сл4, B3Сл2Сл3Сл4. B5Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

Таблица 4.22

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	+	-	+	-
	У3	+	+	-	-	+
	У4	-	-	+	-	-
	У5	-	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С2С3, У2С2С4, У3С1С2С5.

Таблица 2.23







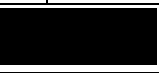






Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	0	0	0
	У2	-	-	-	0	-
	У3	+	-	+	+	-
	У4	-	-	-	-	0
	У5	-	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У3Сл1Сл3Сл4.

Таблица 4.24 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях			Длительность работ в календарных днях		
	□ min, чел-дни			□ max, чел-дни			, чел-дни				Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3							
Составление и утверждение технического задания	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2	Руководитель	3	3	3	5	5	5
Выдача задания на тему	1	1	1	2	2	2	1,8	1,8	1,8	Студент	2	2	2	3	3	3
Постановка задачи	1	1	1	2	2	2	1,8	1,8	1,8	Студент	2	2	2	3	3	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки	3	1	2	5	2	4	3,8	1,8	2,8	Руководитель	2	1	1,5	3	1	2
Подбор литературы	7	6	7	10	8	10	8,2	6,8	8,2	Студент	8	7	8	12	10	12
Сбор материалов и анализ существующих разработок	14	14	14	17	17	17	15,2	15,2	15,2	Студент	15	15	15	23	23	23
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	7	7	9	9	9	7,8	7,8	7,8	Студент	8	8	8	12	12	12
Анализ конкурентных технологий	5	5	5	7	7	7	5,8	5,8	5,8	Студент	6	6	6	9	9	9
Выбор наиболее подходящей и перспективной технологии	3	2	3	5	4	3	3,4	2,4	3,4	Руководитель	3	1	3	4	2	4
Согласование полученных данных с руководителем	2	1	2	5	3	4	3,2	1,8	2,8	Студент	1,5	1	1,5	2	1	2
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	Студент	2,5	2,5	2,5	4	4	4
Работа над выводом	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Студент	2	2	2	3	3	3
Составление пояснительной записки	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	Студент	5	5	5	7	7	7

Таблица 4.25 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	5											
2	Выдача задания на тему	Студент	3											
3	Постановка задачи	Студент	3											
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель	3											
5	Подбор литературы	Студент	12											
6	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент	23											
7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент	12											
8	Анализ конкурентных технологий	Студент	9											
9	Выбор наиболее подходящей и перспективной технологии	Руководитель	4											
10	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	2											
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4											
12	Работа над выводом	Студент	3											
13	Составление пояснительной записки	Студент	7											



–студент;



–руководитель.



## **5. Социальная ответственность**

### **Введение**

Обеспечение безопасности работ и сохранности окружающей среды на предприятиях нефтегазовой промышленности является одной из первоочередных задач, поскольку осуществляемые технологические процессы связаны со взрывопожароопасными веществами, токсичными веществами, которые при несоблюдении правил безопасного ведения работ могут нанести вред здоровью человека, а также нанести вред экологической системе. Кроме того, работы зачастую производятся в сложных природно-климатических условиях и связаны с использованием оборудования, находящегося под высоким давлением, что требует особых мер предосторожности при работе с ним.

Транспортировка газа на центральных газопроводах характеризуется высокой степенью автоматизации производственных процессов и оснащено современными системами безопасности, но при применении новых технологий необходимо ввести дополнительные требования по обеспечению безопасности производимых работ.

### ***5.1. Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов при проведении работ***

Деятельность оператора связана с обслуживанием оборудования, коммуникаций, сосудов, работающих под давлением, а также с применением вредных и опасных веществ, пара и горячей воды, воздействием электрического тока.

К вредным факторам при выполнении работ относятся: пониженная температура воздуха; повышенная загазованность воздуха рабочей зоны при проведении газоопасных работ; повышенный уровень шума; физические и нервно-психические перегрузки (напряженность труда).

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении строительно-монтажных работ на Ванкорском месторождении, представлены в таблице 4.1. [19]

Таблица 5.1 – Основные опасные и вредные факторы при выполнении строительного-монтажных работ

Наименование видов работ	Факторы	
	Вредные	Опасные
1	2	3
Работы в охранных зонах промышленных и технологических трубопроводов (использование тяжелой строительной техники)	Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; возгорание углеводородов; разрыв газопровода; обрыв ЛЭП.
Огневые работы	Термический ожог; возгорание горючих материалов.	Разрыв газопровода; разлетающиеся вращающиеся осколки; возгорание углеводородов.
Земляные работы	Эквивалентный уровень шума превышающий ПДК; Вибрация.	Обрушение стенок откосов; Потеря несущей способности грунта; обрыв ЛЭП;
Сварочные работы	Повышенный уровень инфракрасного и ультрафиолетового излучения; сварочные аэрозоли; Опасный уровень напряжения в электрической цепи.	Поражение электротоком; воспламенение загазованной среды; Потеря устойчивости металлоконструкций; падение предметов с высоты.
Погрузочно-разгрузочные работы стреловыми кранами	Пониженная температура воздуха на рабочем месте	Обрыв стальных канатов, ГЗП; Опрокидывание ГПМ; Разрушение металлоконструкций крана.
Радиографический и ультразвуковой контроль стыков	Радиационное излучение	Расположение рабочего места на расстоянии менее 2 м от перепада по высоте 1,3 м и более (падение, обрушение стенки траншеи)

Согласно действующему российскому нормативному документу ПУЭ Глава 7.3 и федеральному закону от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" скважина относится к наружной установке категории взрыво- и пожароопасности В-Іг – наружные установки, в которых находятся взрывоопасные газы, пары и ЛВЖ.

По основному виду экономической деятельности предприятие относится к ХХХ классу профессионального риска. Страховые тарифы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний составляют 7,4% к начисленной оплате труда [20].

## ***5.2. Инженерные и организационные решения по обеспечению безопасности работ***

Проведение работ происходит на открытом пространстве на кустовой площадке Ванкорского месторождения, которое расположено в климатическом регионе Ib, средняя температура воздуха зимних месяцев - 41С, средняя скорость ветра средняя из наиболее вероятных величин 1,3 м/с. [20]

Климат месторождений Восточной Сибири преимущественно резко континентальный. Территории находятся в зоне постоянного вторжения холодных арктических масс воздуха со стороны Северного Ледовитого океана и отличаются продолжительной холодной зимой (8-9 месяцев) и умеренно тёплым летом, большими годовыми и суточными перепадами температур воздуха.

Среднегодовая температура воздуха на территориях, располагающихся в пределах 60°-70° с.ш., составляет -10°С. Наиболее холодные месяцы – декабрь, январь, февраль со средней температурой -26°С, в отдельные дни температура воздуха опускается до -57°С. Устойчивый снежный покров образуется в начале октября. Толщина снежного покрова от 1 до 3 м. Среднегодовое количество осадков около 450 мм. Максимальная скорость ветра достигает 25 м/с, средняя скорость ветра – 5-7 м/с.

Скважины могут оснащаться укрытиями, препятствующими воздействию ветра и осадков. Для обогрева работников на кустовой площадке установлен вагон-бытовка с необходимыми приборами отопления и вентиляции.

Отопительные приборы систем отопления следует предусматривать с гладкой поверхностью, допускающей легкую очистку.

Для обогрева работников на кустовой площадке установлен вагон-бытовка с необходимыми приборами отопления и вентиляции. Дополнительные перерывы для обогрева работающих, приостановка работы на объектах осуществляется в зависимости от установленных предельных значений температуры наружного воздуха и скорости ветра в данном климатическом районе. Среднюю температуру помещения необходимо поддерживать в диапазоне 15-20 °С. [21]

### **5.3. Санитарно-гигиенические требования к помещениям и размещению используемого оборудования**

Работы выполняются на кустовой площадке размером 300 м<sup>2</sup>. Некоторые работы проводятся на фонтанной арматуре, на высоте 3 м и на эксплуатационных эстакадах высотой 5-6 м. Работы выполняются круглый год в круглосуточном режиме.

На территории кустовой площадки установлены и определены знаками безопасности и аншлагами места остановки (стоянки) спецтранспорта и их зоны проезда. [22]

Порядок передвижения всех видов транспорта утверждается начальником цеха добычи нефти и газа (ЦДНГ), предусмотрены пути эвакуации транспортных средств при аварийных ситуациях.

Помещение для отдыха в рабочее время должно иметь площадь из расчета 0,2 м<sup>2</sup> на одного работающего в наиболее многочисленной смене, но не менее 18 м<sup>2</sup>.

Устройство для обогрева размещается в отдельном помещении площадью из расчета 0,1 м<sup>2</sup> на 1 работающего, пользующегося данным устройством в наиболее многочисленной смене, но не менее 12 м<sup>2</sup>. [23]

Устройства питьевого водоснабжения размещаются в основных проходах производственных помещений, в помещениях для отдыха, при необходимости на производственных площадках.

Умывальные размещаются смежно с гардеробными или на их площади. Гардеробные предназначены для хранения уличной домашней и специальной одежды.

Уровень звукового давления на кустовой площадке не более 65 дБ.

Санитарно-гигиенические требования к производственному освещению представлены в таблице 4.2. [24]



Таблица 5.2 – Характеристики производственного освещения

Характеристики	Производственные помещения
Виды рабочего искусственного освещения: источники света	лампа накаливания
Освещенность, лк, норма/факт	20/20
Аварийная освещенность: на рабочих местах, лк на путях эвакуации, лк	20 20
Источники питания аварийного освещения	аккумуляторная батарея
Исполнение светильников	газо-защищенное и взрывогазозащитное
Мощность светильников, Вт	200, 250, 400
Количество светильников	3
Источники шума	газопровод, ПАЭС-2500
Нормируемые параметры, дБ, норма/факт	80/76
Источники вибрации	ПАЭС-2500
Нормируемые параметры, дБ, норма/факт	81/80

В помещениях и наружных установках, где возможно образование опасных взрыву и пожару смесей, освещение оборудования должно быть выполнено во взрывопожаробезопасном исполнении. [25]

Каждый оператор ДНГ и ППД должен иметь средства индивидуальной защиты, (спецодежда по сезонам, каска, респиратор, наушники, защитные очки, спецобувь и т.д.). При работе на кустовых площадках, где концентрация газа и вредных паров может превышать допустимые санитарные нормы, рабочие должны обеспечиваться противогазами. [26]

Для исключения опасности попадания в глаза инородных тел, работающие должны пользоваться защитными очками.

#### 5.4. Обеспечение безопасности технологического процесса

При добыче нефти и газа имеет место повышенная загазованность воздуха рабочей зоны.

Перечень и ПДК вредных веществ представлены в таблице 5.3. [27]

Таблица 5.3 – ПДК вредных веществ

Вещество	Объем, мг/м <sup>3</sup>
Аммиак	20
Бензин-растворитель (в пересчете на С)	300
Керосин (в пересчете на С)	300
Пыль угольная, содержащая от 2 до 100% свободной О <sub>2</sub>	4
Сероводород в смеси с углеводородами С <sub>1</sub> —С <sub>5</sub>	3
Спирт метиловый (метанол)	5
Спирт этиловый	1000
Углеводороды С <sub>1</sub> —С <sub>10</sub>	300
Хлор	0,1

При повышенной загазованности воздуха рабочей зоны следует применять соответствующие противогазы. До начала работ необходимо проверить исправность противогаза и шлангов.

Анализ воздушной среды рабочей зоны производится с помощью газоанализатора перед входом на кустовую площадку и проведением газоопасных работ. [28]

Грузоподъемность подъемного агрегата, вышки, мачты, допустимая ветровая нагрузка должны соответствовать максимальным нагрузкам, ожидаемым в процессе ремонта.

Каждая буровая установка, взрывопожароопасные объекты по добыче, сбору и подготовке нефти, газа и газового конденсата, ремонту скважин на

нефть и газ должны быть обеспечены переносным светильником, напряжением не более 12 В во взрывозащищенном исполнении и оборудованным защитной сеткой от механических повреждений. [29]

Одиночно установленное оборудование должно иметь самостоятельные заземлители или присоединяться к общей заземляющей магистрали установки при помощи отдельного заземляющего провода. Запрещается последовательное включение в заземляющую шину нескольких заземляемых объектов.

Молниезащита и защита от статического электричества нефтепромысловых объектов должна осуществляться в соответствии с требованиями нормативных технических документов, регламентирующих эту сферу безопасности [30].

Электроустановки монтируются и эксплуатируются согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ-7), Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ), Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ) и др.

Для обеспечения безопасности людей металлические части электроустановок, корпуса электрооборудования и приводное оборудование должны быть заземлены, занулены. Все токоведущие части изолированы или помещены на достаточной высоте для защиты от возможного поражения электрическим током. [30]

Перед началом работ по текущему и капитальному ремонту скважин бригада должна быть ознакомлена с возможными осложнениями и авариями в процессе работ, планом локализации и ликвидации аварий (ПЛА) и планом работ. С работниками должен быть проведен инструктаж по выполнению работ, связанных с применением новых технических устройств и технологий с соответствующим оформлением в журнале инструктажей.

### 5.5. Обеспечение взрывопожарной и пожарной безопасности

В условиях разработки нефтегазовых месторождений могут выделяться взрывоопасные, пожароопасные и токсичные вещества, такие как газ, газоконденсат, сероводород, меркаптаны, деэмульгаторы, различные реагенты

и горюче-смазочные вещества, поэтому данное производство по пожарной опасности относится к категории II.

По взрывопожарной опасности буровая установка относится к категории А, степень огнестойкости II [20].

Причинами возникновения пожаров являются: несоблюдение ТБ при бурении и ремонте скважин; утечка газа через негерметичные фланцевые соединения; возгорание газа вследствие несоблюдения правил эксплуатации оборудования.

В Таблице 5.4 приведены токсичные и пожароопасные свойства горючих веществ. [20]

Таблица 5.4 Токсичные и пожароопасные свойства горючих веществ

Показатели	Наименование веществ	
	метан	нефть
Плотность по воздуху	0.5543	3.5
Температура самовоспламенения, °С	450	270-320
Температура вспышки, °С	-	40-17
Предельно-допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup> в рабочей зоне	300	300
Класс опасности	4	3
Концентрационные пределы воспламенения	5-15	1.26-6.5
Действие на организм	В больших концентрациях обладает наркотическим	Обладает наркотическим действием

	действием	
--	-----------	--

Для обеспечения безопасности рабочих на случай пожара в наличии должны быть первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель пенный – 8 шт.;
- ящик с песком,  $V = 0,5 \text{ м}^3$  – 4 шт.;
- ящик с песком,  $V = 1 \text{ м}^3$  – 2 шт.;
- лопаты – 5 шт.;
- ломы – 2 шт.;
- топоры – 2 шт.;
- багры – 2 шт.;
- ведра пожарные – 4 шт.

Противопожарный инструмент должен находиться на щитах в специально отведенных местах. Запрещается использовать противопожарный инструмент не по назначению [31].

## ***5.6. Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях***

В разработан «План ликвидации аварий», текст которого содержит порядок действий ответственных лиц, их контакты, а также список необходимых технических средств и материалов. Данный документ разработан с целью предотвращения аварийных ситуаций.

Данный план содержит данные о возможном объеме и типе разливаемой жидкости, а также информацию о типах технических средств и материалов, которые необходимы для предотвращения случаев с разливами нефти. Также в тексте документа указана потребность в рабочей силе и ряд мероприятий, которые направлены на эффективное предотвращение разливов, в том числе больших. Ниже представлены основная информация необходимая для обеспечения безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Кустовая площадка предназначена для добычи углеводородного сырья, замера дебитов скважин, а также направления на транспортировку газа в трубопровод.

При эксплуатации скважин на кустовой площадке возможны аварийные и чрезвычайные ситуации, представленные в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Анализ возможных аварийных ситуаций [32]

Возможные аварии	Последствия
Разгерметизация емкости для хранения хим. реагента в УДХ, запорной арматуры, фланцевых соединений	<ul style="list-style-type: none"> <li>- розлив химреагента в помещении УДХ</li> <li>- загазованность помещения</li> <li>- отравление парами химреагента, облив мреагентом</li> </ul>
Пожар в производственном помещении	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выброс газа и разлив нефти в помещении</li> <li>- поражение людей продуктами сгорания</li> <li>- загазованность территории и помещения</li> <li>- розлив химреагента</li> </ul>
Негерметичность межколонного пространства (повышение давления в межклапанном пространстве )скважины ,открытое фонтанирование скважины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выброс газа и разлив нефти в окружающую среду</li> <li>- загазованность территории</li> <li>- отравление газом, облив нефтью</li> </ul>

Каждый работник, находящийся на территории кустовой площадки имеет индивидуальный противогаз, газоанализатор, а также медицинскую аптечку на случай аварийных или экстренных ситуаций.

Добыча нефти и газа производится непрерывно, круглосуточно и круглогодично. Общая численность работающих на кустовой площадке при выполнении исследуемых операций составляет 8-10 человек.

На территории всего месторождения находятся склады с химическими веществами (кислоты, щелочи), имеется сеть трубопроводов, доставляющих добытый флюид в магистральный трубопровод.

Жилые блоки обеспечиваются водо- и теплоснабжением, общежития отапливаются с помощью ГТЭС. Кустовые площадки и отдельные производственные объекты обеспечиваются электроэнергией сетями ЛЭП.

Для исключения возникновения аварий необходимо проводить ежедневный осмотр оборудования и агрегатов.

Для безопасного пуска производства после аварии, ответственный руководитель работ определяет порядок обследования оборудования скважин, электрооборудования, трубопроводов, вентиляции с целью установления полного соответствия их требованиям производственной и пожарной безопасности. После этого он даёт указания о переходе на нормальный режим работы.



## 5.7. Экологичность проекта

Для максимального сокращения вредных выбросов в атмосферу необходимо предусматривать:

- закачка большей части (90%) добытого газа в систему ППД;
- утилизация оставшейся части (10%) добытого газа для нужд собственного энерго- и теплоснабжения;
- применение герметизированных процессов сбора и транспорта нефти, исключающих выделение нефтепродуктов в атмосферу;
- минимизация и сбор утечек от технологического оборудования с последующим возвратом их в технологический процесс;
- оборудование аппаратов, работающих под давлением, предохранительными клапанами, связанными с факельной системой;
- на всех резервуарах, используемых для хранения нефти, применение специальных устройств для предотвращения утечки летучих углеводородов и других газов в атмосферу (плавающие крышки);
- организация санитарно-защитной зоны от объектов. Основными действиями по охране почв являются:
- прокладка дорог к буровым установкам, скважинам и другим объектам с учетом минимального разрушающего воздействия на почву;
- устройство нефтеловушек, дренажа на пониженных участках местности;
- сооружение систем накопления отходов бурения;
- устройство закрытых помещений для хранения химреагентов;
- сбор, откачка плавающих нефтепродуктов из шламового амбара и нефтеловушек для последующей их утилизации;

- обезвреживание отходов бурения методом отвердения;
- после завершения работ проводятся работы по восстановлению нарушенных земель.

## ***ЗАКЛЮЧЕНИЕ***

При проведении данной работы были рассмотрены типовые сценарии формирования ЧС в центральных газопроводах, обусловленные отказами и проблемами оснащения, вероятными неправильными действиями персонала и наружных влияний естественного и техногенного характера .

Главным провоцирующим фактором является разгерметизация трубопровода которые появляются в результате порыва либо прокола участка, а завершающим событием в ходе реализации ЧС является образование таких факторов, как тепловое излучение (при горении) или избыточное давление воздушной ударной волны (при позднем).

В результате проведенного анализа литературных данных были выявлены основные факторы и причины реализации чрезвычайных ситуаций на магистральных газопроводах, построено и проанализировано «дерево событий», оценены количественные показатели риска, а также рекомендованы организационно – технические мероприятия по снижению риска реализации чрезвычайных ситуаций на системе межпромысловых трубопроводов.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анализ аварий и несчастных случаев на трубопроводном транспорте России: учеб. пособие для вузов/ Под ред. Б.Е. Прусенко, В.Ф. Мартынюка. - М.: Анализ опасностей, 2003. - 351 с.
2. Андриянова М.А. Управление риском эксплуатации потенциально опасных объектов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тулу, ТулГУ, 1999.
3. Арсеньев Ю.Н., Бушинский В.И., Фатуев В.А. Принципы техногенной безопасности производств и построения систем управления риском. ТулГУ, Тула, 1994. - 111 с.
4. Бушинский В.И., Охинько В.А., Смолин С.А., Кузьмина Н.В. Исследование влияния управления персоналом на безопасность жизнедеятельности человека. Монография. Воронеж, 1999. - 310 с.
5. Гражданкин А.И., Дегтярев Д.В., Лисанов М.В., Печеркин А.С. Основные показатели риска аварии в терминах теории вероятностей // Безопасность труда в промышленности. - 2002. - №7. - с.35-39
6. Захаров В. Интеллектуальные технологии в современных системах управления // Проблемы теории и практики управления. - 2005. - №4. - с.2-10
7. Кульчечев В.М., Иванов Е.А., Дадонов Ю.А., Мокроусов С.Н. Трубопроводный транспорт природного газа, нефти и нефтепродуктов и его роль в обеспечении развития и стабильности топливно-энергетического комплекса // Безопасность труда в промышленности. - 2002. - №7. - с.4-10
8. Мартынюк В.Ф., Прусенко Б.Е. Защита окружающей среды в чрезвычайных ситуациях. Москва, 2003.
9. Мокроусов С.Н. Пути повышения безопасности работы нефтегазового комплекса и систем магистрального трубопроводного

транспорта // Безопасность труда в промышленности. - 2005. - №1. - с.18-20

10. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. - М.: Наука, 1986. - 288 с.

11. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991. - 216 с.

12. Управление безопасностью магистральных газопроводов / В.А. Фатуев, С.А. Васин, В.И. Бушинский, В.М. Митин, К.А. Морозов; Под ред. д. т. н., проф., академика МАНЭБ В.А. Фатуева; изд.2-е; ТулГУ, М.: Недра, 2000. - 144 с.

13. Фатуев В.А., Митин В.М., Морозов К.А., Югфельд А.С. Теоретические основы построения систем управления риском опасных производств. - Учебное пособие. Тула, Тульский государственный университет, 2000. - 179 с.

14. Фатуев В.А., Морозов К.А., Югфельд А.С., Шадрин А.А. Обеспечение надежности магистральных газопроводов. - Тула: Гриф и К, 2003. - 130 с.

15. Чекинов Г.П., Чекинов С.Г. Ситуационное управление: состояние и перспективы // Информационные технологии. - 2004. - №2. -Приложение

16. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах (утв. Минтопэнерго РФ 01.11.1995 г.)

17. Техногенные системы и теория риска / А.В. Багров, А.К. Муртазов; Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина. - Рязань, 2010. -207 с.

18. ГОСТ 12.0.003-74\* переиздание (сентябрь 1999 г.) «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

19. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).
20. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.» (утв. Госкомсанэпиднадзор, 2003).
21. СН 2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. Минздрав России, 1997).
22. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
23. ГОСТ 12.1.004–91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01. 07. 92)».
24. РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений».
25. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (зарегистрировано в Минюсте РФ 29.04.2009 г.).
26. СНиП II-М.2-72. «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования. Строительные нормы и правила. Часть II, раздел М, глава 2».
27. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

Таблица А.1 – Основные возможные причины и факторы, способствующие возникновению и развитию аварий на межпромысловых трубопроводах

<b>Факторы, способствующие возникновению и развитию ЧС</b>	<b>Возможные причины ЧС</b>
Утечка газа, в результате механического повреждения трубопровода и линейного оборудования.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ошибочные действия персонала (повреждение трубопровода при производстве земляных работ, неаккуратное обращение с трубой при ремонтных работах).</li> <li>- внешнее воздействие (наезд автотранспорта на трубопровод на открытых его участках).</li> </ul>
Наличие блуждающих токов в грунте способствует ухудшению свойств металла стенок трубопровода, создает опасность разгерметизации трубопровода.	- внешняя коррозия.
Перекачка газа под избыточным давлением, создает опасность разгерметизации трубопровода. Пересечение трубопровода с автодорогами (воздействие нагрузок от движения автомобилей и изменение давление в грунте под автомобильными дорогами).	- механическое воздействие.
Разгерметизация трубопровода, в результате физико-химического воздействия.	- внутренняя коррозия.

Продолжение таблицы А.1

<p>Несоответствие качества металла и геометрических параметров труб требованиям ГОСТ, неудовлетворительное качество сварных швов, наличие циклических нагрузок при перекачке нефти, старение металла труб, укладка трубопровода в траншею в напряженном состоянии при строительстве и капитальном ремонте в итоге приведет к разгерметизации трубопровода.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- заводской брак, допущенный при изготовлении труб.</li> <li>- ошибочные действия персонала (брак строительно-монтажных работ).</li> </ul>
<p>Частые пуски и остановки газоперекачивающих агрегатов, быстрые открытия и закрытия задвижек, всевозможные вибрации приводят к возникновению в трубопроводах нестационарных процессов, сопровождаемых резкими колебаниями давления, что в свою очередь может привести к разгерметизации трубопровода.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ошибочные действия персонала (нарушение технологических правил эксплуатации трубопроводов).</li> <li>- отказы систем автоматики и энергетики.</li> </ul>
<p>Разгерметизация трубопровода, в результате внешнего воздействия.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- террористический акт, несанкционированная врезка в трубопровод.</li> </ul>
<p>Разгерметизация трубопроводов, в результате землетрясения, наводнения, оползни и т.д.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стихийные явления.</li> </ul>



## Приложение Б (справочное)

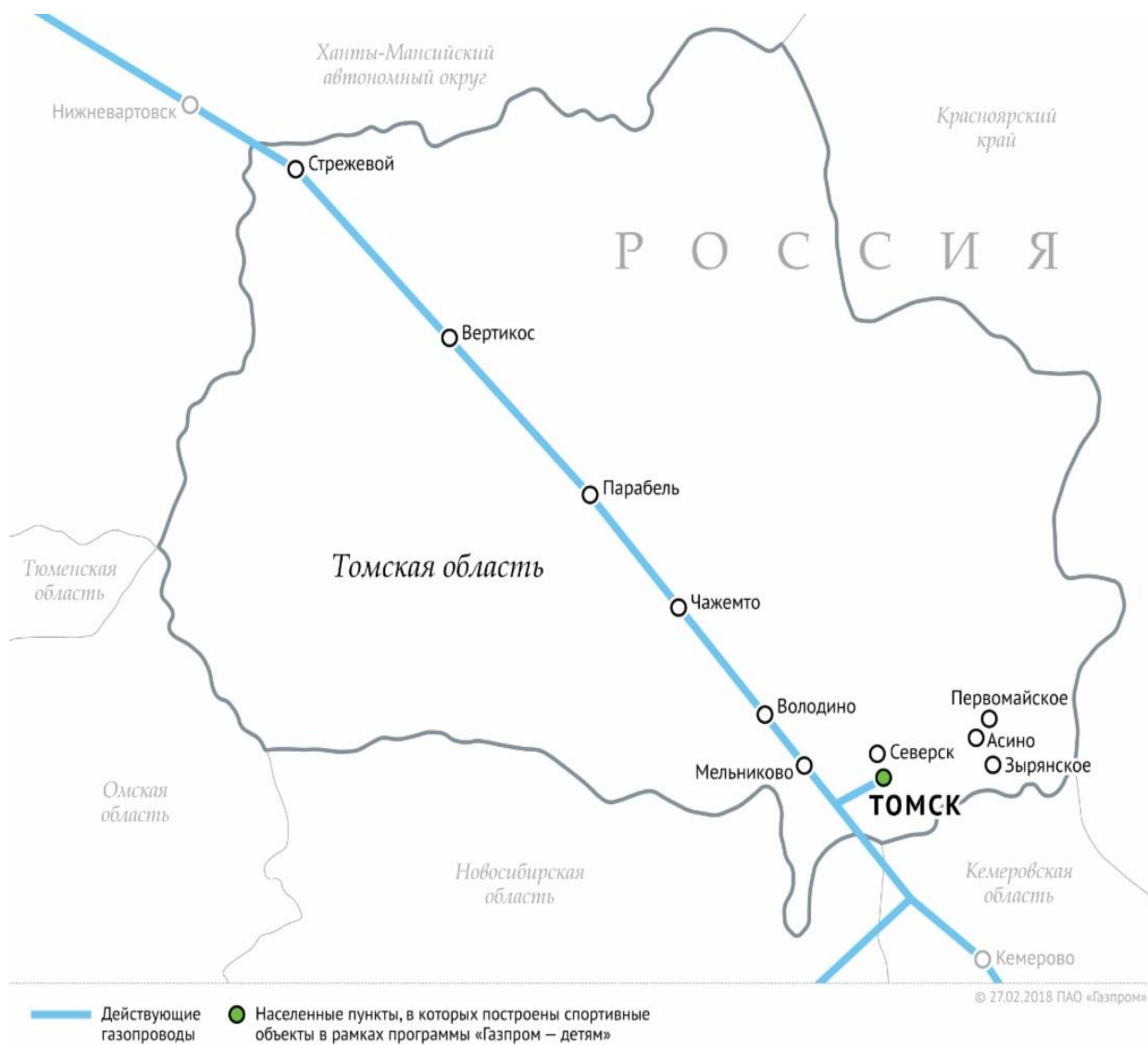


Рисунок Б.1 - Обзорная схема расположения действующего газопровода.