

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	
Обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин	
УДК 622.8:622.24	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E71	Никифоров Сергей Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОКД	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2022 г.

Планируемые результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ОПК(У)-5	Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе
ДОПК(У)-1	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-9	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
ПК(У)-10	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК(У)-11	Способность организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ПК(У)-12	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения объектов защиты
ПК(У)-14	Способность определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду
ПК(У)-15	Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации
ПК(У)-16	Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов
ПК(У)-17	Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска
ПК(У)-18	Готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации

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
04.02.2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е71	Никифоров Сергей Владимирович

Тема работы:

Обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.12.2022г, №12-29/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Участок ведения буровых работ Литературные данные, статьи, методические указания, связанные с методикой оценки риска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Изучить общие требования промышленной безопасности на объектах бурения 2. Ознакомиться с деятельностью АО «ССК» в области обеспечения промышленной безопасности 3. Провести моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин 4. Разработать рекомендации по совершенствованию системы управления промышленной безопасности в АО «ССК» Разработать разделы «Социальная ответствен-

	ность», «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».
Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна, старший преподаватель ООД
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Якимова Татьяна Борисовна, доцент ОСГН

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е71	Никифоров Сергей Владимирович		

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 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2022	Провести обзор литературы и нормативных документов	20
18.03.2022	Изучить общие требования промышленной безопасности на объектах бурения	10
08.04.2022	Ознакомиться с деятельностью АО «Сибирская Сервисная Компания» в области обеспечения промышленной безопасности	15
25.04.2022	Провести моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин	15
11.05.2022	Разработать рекомендации по совершенствованию системы управления промышленной безопасности в АО «Сибирская Сервисная Компания»	10
20.05.2022	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
17.06.2022 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

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

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСО-
СБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E71	Никифоров Сергей Владимирович

Школа	Инженерная школа не- разрушающего кон- троля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ре-
сурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов: материально- технических, энергетических, финансо- вых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в русских и в иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресур- сов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтиро- вания и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, пер- спективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффек- тивности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив про- ведения научных исследований
2. Планирование и формирование бюджета	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости ра- боты, расчет бюджета
3. Определение ресурсной (ресурсосбере- гающей), финансовой, бюджетной, соци- альной и экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E71	Никифоров Сергей Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-1E71		Никифоров Сергей Владимирович	
Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	Отделение контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

Тема ВКР:

Обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение	<i>Объект исследования:</i> буровая установка 3000 ЭУК-1М <i>Область применения:</i> промышленное бурение <i>Рабочая зона:</i> полевые условия, IV климатическая зона. <i>Размеры помещения:</i> 10*80 м. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> лебедка ЛБУ – 1200К; пульт управления бурильщика; ключ машинный для бурильных и обсадных труб; крюкоблок УТБК – 6 – 320; Ротор типа Р-700; ключ автоматический двухскоростной с пневмоприводом АКБ-4; система верхнего привода CANRIG модели 6027АС-939; вибросито «Мангуст про»; оборудование противовыбросовое ОП 5-230/80*35; блок компрессорный БКК-13/10-2; агрегат электронасосный; кран консольный поворотный; лебедка вспомогательная ЛВ -44; насос буровой трехпоршневой УНБТ -1180L1. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> строительство эксплуатационных и разведочных скважин
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:	Федеральный закон № 197-ФЗ от 30.12.2001, Трудовой кодекс РФ; Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; ФНиП в области ПБ, «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утв. приказом РТН №534, от 15.12.2020; ФНиП в области ПБ, «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утв. приказом РТН №536, от 15.12.2020; ФНиП в области ПБ, «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утв. приказом РТН №461, от 26.11.2020; Постановление Правительства Российской Федерации №1365 от 25.10.2019 «О подготовке и об

	аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики». Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда»
2. Производственная безопасность при эксплуатации:	Опасные факторы: 1. Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего; 2. Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты; 3. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; 4. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы; 5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; 6. Движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего; Вредные факторы: 1. Повышенный уровень вибрации; 2. Повышенный уровень шума; 4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 5. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; 6. Длительное сосредоточенное наблюдение. 7. Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: тепловая изоляция трубопроводов, использование защитных костюмов, виброизолирующие рукавицы, перчатки, виброизолирующая обувь, беруши, наушники, защитные ограждения. энцефалитные костюмы репелленты.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: В соответствии с классификацией СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, производство относится к 3 классу опасности с необходимыми размерами санитарно-защитной зоны (СЗЗ) 300 м. Территория проектируемого

	строительства располагается вдали от селитебных зон, поэтому воздействие атмосферного воздуха при строительных работах на население будет сведено к минимуму. Воздействие на литосферу: рекультивация территории после бурения, рекультивация шламовых амбаров. Воздействие на гидросферу: использование вод с поверхностных источников для нужд бурения. Воздействие на атмосферу: выбросы с ДЭС, с котельной, приготовление бурового раствора, использование сварочного оборудования, пары с емкостей для хранения топлива, выбросы факельного амбара при испытании, выбросы с газосепаратора, выбросы с шламового накопителя.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Техногенные аварии (отказ систем безопасности; нарушение контроля и управления скважиной, выброс пластового флюида; тепловой взрыв с выбросом углеводорода и примесей породы, пожар) Наиболее типичная ЧС: Неуправляемое нефтегазоводопроявление, выброс.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева И.И.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1Е71	Никифоров Сергей Владимирович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 101 страницы, 13 рисунков, 33 таблиц, 23 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: участок ведения буровых работ, промышленная безопасность, бурение, авария, опасный производственный объект, нефтегазоводопрооявление, совершенствование системы управления промышленной безопасностью.

Объектом исследования является Участок ведения буровых работ расположенный на Тагринском месторождении, в Ханты – Мансийском автономном округе.

Объектом исследования является промышленная безопасность при бурении нефтегазовых скважин. Цель работы – обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин.

В процессе исследования были изучены общие требования безопасности на объектах бурения, рассматривалась система промышленной безопасности в ТФ АО «ССК», был проведен анализ состояния несчастных случаев при бурении скважин (по состоянию с 2016 по 2020 гг.) и выявлены основные их причины. Были раскрыты механизмы обеспечения промышленной безопасности на объектах бурения. В результате исследования разработаны рекомендации по совершенствованию системы управления промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин в ТФ АО «ССК»

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО «ССК» – Акционерное общество «Сибирская Сервисная Компания»

СУПБ – Система управления промышленной безопасностью

ЕСУОТПЭБ – Единая система управления охраной труда, промышленной и экологической безопасностью

ГНВП – нефтегазоводопроявление

БУ – буровая установка

НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение

ОТ – охрана труда

ПБ – промышленная безопасность

ПЛА – план локализации и ликвидации последствий аварий

Содержание

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	11
ВВЕДЕНИЕ	14
Глава 1 Общие требования промышленной безопасности на объектах бурения	16
1.1 Описание этапов процесса бурения	16
1.2 Оборудование для бурения нефтяных и газовых скважин	19
Глава 2 Процесс управления производственной безопасностью при бурении скважин в АО «ССК»	24
2.2 Система управления промышленной безопасностью	26
2.3 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности	29
Глава 3 Моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин.....	30
3.1 Анализ аварийности на опасных производственных объектах нефтегазодобывающей промышленности.....	30
3.2 Наиболее крупные по ущербу аварии	34
Глава 4 Объект исследования.....	38
4.1 Общая характеристика участка ведения буровых работ	38
4.2. Характеристика участка ведения буровых работ	38
4.3 Потребность в кадрах.....	39
Глава 5. Моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин.....	41
5.1 Результаты определения (расчета) границ и характеристик зон воздействия поражающих факторов аварий.....	43
5.2 Определение типовых сценариев возможных аварий	45
5.3 Результаты анализа риска чрезвычайных ситуаций для проектируемого объекта	52
5.4 Определение показателей риска	55
5.5 Сравнительный анализ рассчитанных показателей риска аварии на проектируемом объекте со среднестатистическими показателями риска техногенных происшествий и/или критериями приемлемого риска	56
5.6. Мероприятия, направленные на уменьшение риска чрезвычайных ситуаций на проектируемом объекте	59
Глава 6. Рекомендации по совершенствованию системы управления промышленной безопасности	63
Глава 7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	66
7.1 Потенциальные потребители результатов исследования	66
7.2 Анализ конкурентных технических решений.....	67
7.3 SWOT-анализ	68
7.4 Структура работ в рамках научного исследования.....	69
7.5 Определение трудоемкости выполнения работы	70
7.6 Разработка графика проведения научного исследования.....	71
7.7 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)	73

8 Социальная ответственность	80
8.1 Правовые нормы трудового законодательства	80
8.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны.....	83
8.3 Производственная безопасность	83
8.4 Анализ и обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего	85
8.5 Экологическая безопасность	92
8.6 Селитебная зона.....	92
8.7 Защита атмосферы.....	93
8.8 Защита гидросферы	93
8.9 Защита литосферы	94
8.10 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	94
8.11 Вывод.....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	99

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин является важнейшим приоритетом организаций, осуществляющих строительство скважин.

Недропользователи стремятся поддерживать уровень добычи углеводородов на приемлемом уровне, возникает потребность в строительстве эксплуатационных и разведочных скважин. Буровые компании наращивают мощности, создают участки ведения буровых работ, имеющие в своем составе технические устройства с признаками опасности.

Наряду с этим наблюдается тенденция возникновения аварий, так за последние 5 лет в периметре компании АО «ССК» произошло 11 аварий, унесшее жизни 12 человек.

Основной причиной возникновения аварий на ОПО по статистике является нарушение технологического режима, отсутствие контроля со стороны ответственных руководителей, отсутствие контроля за технической исправностью оборудования.

С развитием научно-технического прогресса и внедрением новых технологий на производствах очень важно иметь постоянный контроль над всеми процессами. В любом заведении, на разных предприятиях всегда была и остается на первом месте – безопасность. Это одна из основных составляющих успешности, ведь сформировав все необходимые условия для работников на предприятии значительно возрастает эффективность труда, а это, в свою очередь, имеет позитивное отражение в балансе.

Объект исследования – участок ведения буровых работ АО «Сибирская Сервисная Компания».

Предмет исследования – совершенствование системы управления промышленной безопасностью при бурении нефтегазовых скважин.

Целью работы является обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин.

Задачи:

1. Изучить общие требования промышленной безопасности на объектах бурения
2. Ознакомиться с деятельностью АО «Сибирская Сервисная Компания» в области обеспечения промышленной безопасности
3. Провести моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин
4. Разработать рекомендации по совершенствованию системы управления промышленной безопасности в АО «Сибирская Сервисная Компания».

Глава 1 Общие требования промышленной безопасности на объектах бурения

1.1 Описание этапов процесса бурения

Кратко опишем основные составляющих технологического процесса бурения скважины.

Бурением называют «процесс строительства скважины путем разрушения горных пород. Скважиной называется цилиндрическая горная выработка, сооружаемая без доступа в нее человека и имеющая диаметр во много раз меньше ее длины» [1] (Рисунок 1.1).

На рисунке 1.1 представлены основные элементы конструкции скважины.

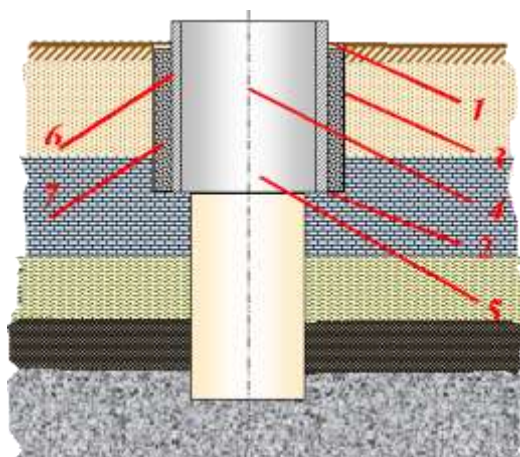


Рисунок 1.1 — Элементы конструкции скважины

Основные элементы буровой скважины обозначены на рисунке 1.1.

«устье скважины (1) — пересечение трассы скважины с дневной поверхностью; забой скважины (2) — дно буровой скважины, перемещающееся в результате воздействия породоразрушающего инструмента на породу; стенки скважины (3) — боковые поверхности буровой скважины; обсадные колонны (4) — колонны соединенных между собой обсадных труб. Если стенки скважины сложены из устойчивых пород, то в скважину обсадные колонны не спускают. ствол скважины (5) — пространство в недрах, занимае-

мое буровой скважиной; ось скважины (6) — воображаемая линия, соединяющая центры поперечных сечений буровой скважины»: Согласно общим требованиям «Диаметр скважин, как правило, уменьшается от устья к забою ступенчато на определенных интервалах. Начальный диаметр нефтяных и газовых скважин обычно не превышает 900 мм, а конечный редко бывает меньше 165 мм. Глубины нефтяных и газовых скважин изменяются в пределах нескольких тысяч метров». Бурение скважин возможно на суше и на море при помощи буровых установок. На море буровые установки монтируются на эстакадах, плавучих буровых платформах или судах. Виды скважин: «Опорные скважины закладываются в районах, не исследованных бурением, и служат для изучения состава и возраста слагающих их пород. Параметрические скважины закладываются в относительно изученных районах с целью уточнения их геологического строения и перспектив нефтегазоносности. Структурные скважины бурятся для выявления перспективных площадей и их подготовки к поисково-разведочному бурению. Поисковые скважины бурят с целью открытия новых промышленных залежей нефти и газа. Разведочные скважины бурятся на площадях с установленной промышленной нефтегазоносностью для изучения размеров и строения залежи, получения необходимых исходных данных для подсчета запасов нефти и газа, а также проектирования ее разработки. Эксплуатационные скважины закладываются в соответствии со схемой разработки залежи и служат для получения нефти и газа из земных недр. Нагнетательные скважины используются для закачки в продуктивные горизонты воды (реже воздуха, газа) с целью поддержания пластового давления и продления фонтанного периода разработки месторождений, увеличения дебита эксплуатационных скважин, снабженных насосами и воздушными подъемниками. Наблюдательные скважины бурят для контроля за разработкой залежи промышленного значения».

Нефтяные и газовые скважины дорогостоящие капитальные сооружения. Это вид работ относится к рисковому. В процессе бурения скважины в неустойчивых горных породах возможны осыпи, обвалы и т.д. Поэтому

станки скважины необходимо укреплять. «Для исключения таких явлений кольцевой канал (кольцевое пространство) между стенкой скважины и спущенной в нее обсадной колонной заполняется тампонирующим (изолирующим) материалом» [1]. (Рисунок 1.2, 1.3.). В результате бурения ствола происходит его последующее крепление и разобщение пластов, что создает устойчивое подземное сооружение определенной *конструкции*.

«Под конструкцией скважины понимается совокупность данных о числе и размерах (диаметр и длина) обсадных колонн, диаметрах ствола скважины под каждую колонну, интервалах цементирования, а также о способах и интервалах соединения скважины с продуктивным пластом» [2]. (Рисунок 1.4).

Как мы видим из рисунка для бурения в скважину опускается колонна. «Эксплуатационная колонна спускается в скважину для извлечения нефти, газа или нагнетания в продуктивный горизонт воды или газа с целью поддержания пластового давления. Высота подъема тампонажного раствора над кровлей продуктивных горизонтов, а также устройством ступенчатого цементирования или узлом соединения верхних секций обсадных колонн в нефтяных и газовых скважинах должна составлять соответственно не менее 150 – 300 м и 500 м» [1].

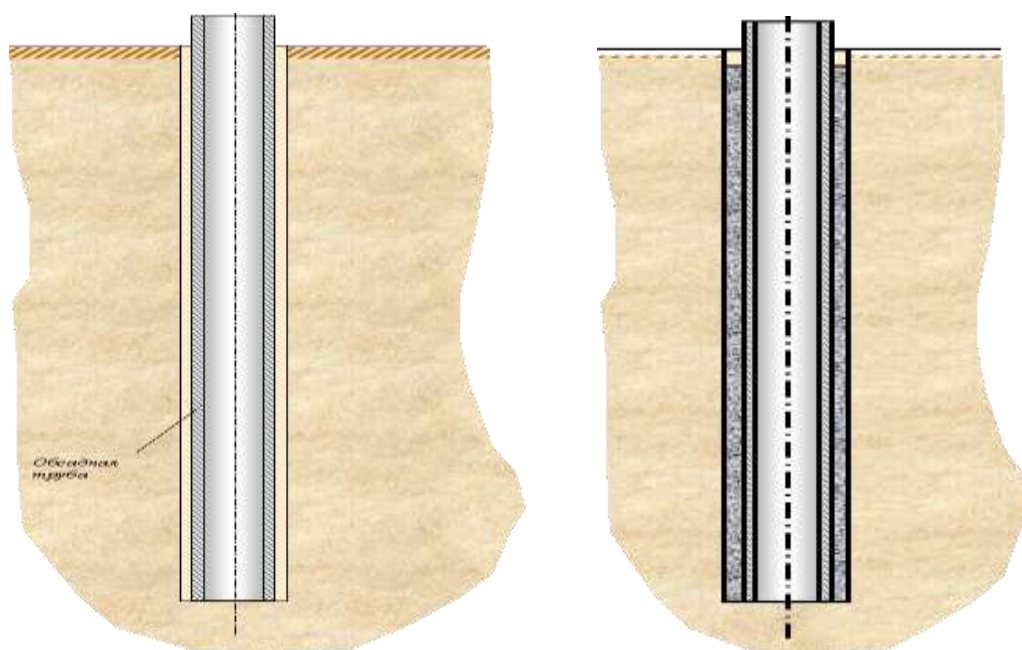


Рисунок 1.2 — Обсадная труба в скважине

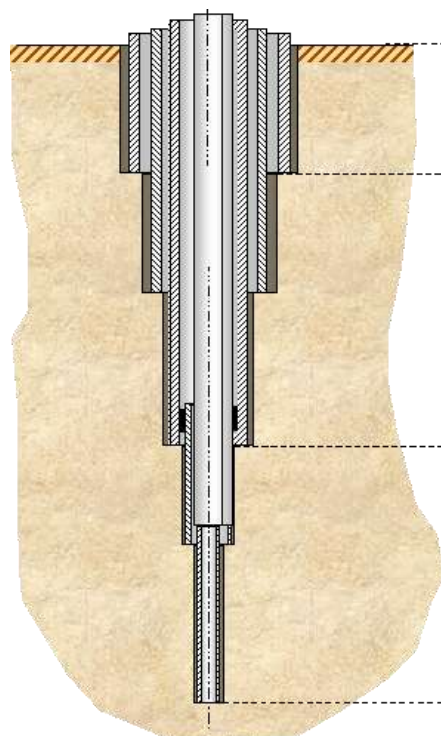


Рисунок 1.3. — Схема крепления скважины

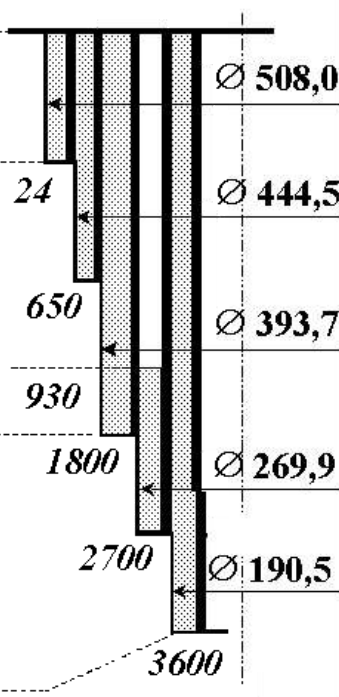


Рисунок 1.4 — Схема конструкции скважины

Итак, в данном параграфе было дано краткое описание процессов бурения. Далее опишем оборудование, которое используется при бурении нефтяных и газовых скважин.

1.2 Оборудование для бурения нефтяных и газовых скважин

Процесс строительства буровой установки в условиях Западной Сибири, ее монтаж на точке бурения скважины не является простой задачей в силу того, что Западная Сибирь — это болотистая местность. Летом болота фактически непроходимы для наземного транспорта, а зимой промораживаются не более чем на 20 – 30 см. Весной высокие речные паводковые воды подтопляют нефтяные площади. Отличительные особенности Западной Сибири: изменчивость погоды, неравномерное выпадение осадков и труднодоступ-

ность. Сегодня «в нефтепромысловых районах Томской области, например, насчитывается 573 реки (превышающих в длину 20 км), крупных озер 35 (площадью 5 и более км²)» [1], а известное на весь мир «Васюганское болото занимает 53 000 км², что в 1.5 раза больше площади озера Байкал» [1]. Организация буровых работ в этом регионе достаточно сложна, особенно зимнее время. Часть скважин работают по сезонному графику.

Применяется кустовое строительство. «Кустовое строительство скважин имеет ряд существенных достоинств. Прежде всего это значительное сокращение материальных и трудовых затрат на строительство и инженерное обустройство кустовых оснований, подъездных путей и трасс, особенно в условиях заболоченных территорий и бездорожья. Кроме того, существенно уменьшаются затраты на промысловое обустройство скважин, сооружение нефтегазосборных сетей, энергоснабжение промысловых объектов, ремонт и эксплуатационно-техническое обслуживание скважин» [1].

Центральным звеном бурового комплекса является буровая установка.

Буровая установка — это комплекс буровых машин, механизмов и оборудования, смонтированный на точке бурения и обеспечивающий спомощью бурового инструмента самостоятельное выполнение технологических операций по строительству скважин. «Современные буровые установки включают следующие составные части:

- Буровое оборудование (талевый механизм, насосы, буровая лебедка, вертлюг, ротор, силовой привод и т.д.);
- буровые сооружения (это – вышка, основания и др.);
- оборудование для механизации трудоемких работ (регулятор подачи долота, механизмы для автоматизации спуско-подъемных операций и др.);
- оборудование для приготовления, очистки и регенерации бурового раствора (блок приготовления, вибросита, песко- и илоотделители и др.);
- манифольд (нагнетательная линия в блочном исполнении, дроссельно-запорные устройства, буровой рукав);
- устройства для обогрева блоков буровой установки (тепло генераторы,

отопительные радиаторы и коммуникации для развода теплоносителя)» [1].

Состав и компоновка буровой установки показаны на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 – Буровая установка

Для кустового бурения скважин в Западной Сибири предназначена установка БУ-3000 ЭУК-1М с эшелонным расположением оборудования. Минимальное расстояние между соседними нефтяными скважинами — 5 м, между батареями скважин — 15 м. [1]. Буровая вышка — это комплексное сооружение над скважиной для спуска и подъема бурового инструмента, забойных двигателей, бурильных и обсадных труб, размещения бурильных свечей (соединение двух-трех бурильных труб между собой длиной 25 – 36 м.) после подъема их из скважины и защиты буровой бригады от ветра и атмосферных осадков [1]. Типы буровых вышек: *башенные* и *мачтовые*. *Башенная вышка* - правильная усеченная четырехгранная пирамида решетчатой конструкции. *Вышки мачтового типа* - А - образные. А - образные вышки более трудоемки в изготовлении и поэтому более дороги. Они менее устойчивы, но их проще перевозить с места на место и затем монтировать.».

Общая масса буровых вышек может составлять несколько десятков тонн. Далее опишем спуско-подъемный комплекс буровой установки.

«Спускоподъемный комплекс буровой установки (Рисунок 1.6) представляет собой полиспастный механизм, состоящий из кронблока 4, талевого (подвижного) блока 2, стального каната 3, являющегося гибкой связью меж-

ду буровой лебёдкой 6 и механизмом 7 крепления неподвижного конца каната. Кронблок 4 устанавливается на верхней площадке буровой вышки 5. Подвижный конец А каната 3 крепится к барабану лебедки 6, а неподвижный конец Б — через приспособление 7 к основанию вышки. К талевому блоку присоединяется крюк 1, на котором подвешивается на штропах элеватор для труб или вертлюг. В настоящее время талевый блок и подъёмный крюк объединены в один механизм — крюкоблок».

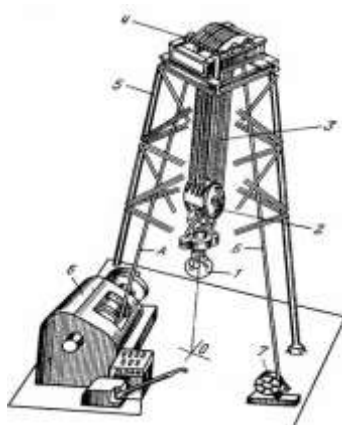


Рисунок 1.6 – Спускоподъемный комплекс буровой установки

Следующий элемент комплекса – система для вращения бурильной колонны. На рисунке 1.7 представлен комплекс для вращения бурильной колонны. «В его состав входит ротор 2, расположенный на полу буровой 1, вертлюг 6, подвешенный на крюке крюкоблока 8. Вертлюг посредством гибкого бурового рукава 4 и стояка 7 передаёт буровой раствор под давлением в бурильную колонну. Посредством вращателя 2 и квадратной ведущей трубы 3 крутящий момент ротора передаётся бурильной колонне и не передаётся талевой системе».

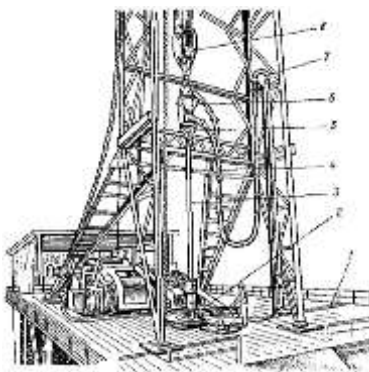


Рисунок 1.7 — Комплекс для вращения бурильной колонны

На рисунке 1.8 показана схема циркуляции бурового раствора и примерное распределение потерь напора в отдельных элементах циркуляционной системы скважины глубиной 3000 м. «Из резервуаров 13 очищенный и подготовленный раствор поступает в подпорные насосы 14, которые подают его в буровые насосы 1. Последние перекачивают раствор под высоким давлением (до 30 МПа) по нагнетательной линии, через стояк 2, гибкий рукав 3, вертлюг 4, ведущую трубу 5 к устью скважины 6. Часть давления насосов при этом расходуется на преодоление сопротивлений в наземной системе. Далее буровой раствор проходит по бурильной колонне 7 (бурильным трубам, УБТ и забойному двигателю 9) к долоту 10. На этом пути давление раствора снижается вследствие затрат энергии на преодоление гидравлических сопротивлений».

Затем буровой раствор вследствие разности давлений внутри бурильных труб и на забое скважины с большой скоростью высаживается из насадок долота, очищая забой и долото от выбуренной породы. Оставшаяся часть энергии раствора затрачивается на подъём выбуренной породы и преодоление сопротивлений в затрубном кольцевом пространстве 8. Поднятый на поверхность к устью 6 отработанный раствор проходит по растворопроводу 11 в блок очистки 12, где из него удаляются в амбар 15 частицы выбуренной породы и поступает в резервуары 13 с устройствами 16 для восстановления его параметров; и снова направляется в подпорные насосы. Нагнетательная линия (манифольд) состоит из трубопровода высокого давления, по которому

раствор подаётся от насоса 1 к стояку 2 и гибкому рукаву 3, соединяющему стояк 2 с вертлюгом 4. Манифольд оборудуется задвижками и контрольно-измерительной аппаратурой. Для работы в районах с холодным климатом предусматривается система обогрева трубопроводов из безвредных концентраций по трем (пяти) показателям вредности принимается за ПДК с указанием лимитирующего показателя вредности. Схема циркуляции представлена на рисунке 1.8.

Рисунок 1.8 — Схема циркуляции бурового раствора

Итак, в данном разделе кратко описано основное оборудование, применяемое для бурения нефтяных и газовых скважин

2.1. Структура предприятия АО «ССК»

Копания выполняет весь комплекс буровых работ и работ по ремонту скважин в Западной и Восточной Сибири, в районах Крайнего Севера, Поволжья и ближнего зарубежья.

Основной вид деятельности общества – бурение разведочных скважин. Предприятие ведет работы «под ключ», т.е. оно ведет их от начала проектирования до итоговой сдачи объекта заказчику.

Предприятие выполняет огромный объем подготовительных, вышко-монтажных, буровых работ, а также работ по испытанию, консервации и ре-культивации объектов с высоким качеством выполняемых работ.

Штатная численность компании составляет около 5 тысяч человек. Объем научно–производственного бурения составляет порядка одного мил-лиона метров.

Компания имеет 7 филиалов, находящихся в разных регионах Россий-ской Федерации. Следует отметить, что деятельность компании не замыкает-ся только на тех регионах, где присутствуют филиалы. Кроме традиционных регионов (ХМАО, Томская область, Красноярский край, Поволжский регион) АО «ССК» оказывает услуги и в ЯНАО, Республике Коми, Иркутской обла-сти, Якутии.

Сибирская Сервисная Компания представляет на рынке разносторон-ние виды деятельности, в том числе: поисково–разведочное и эксплуатаци-онное бурение нефтяных и газовых скважин, наклонно–направленное буре-ние, зарезка боковых стволов, текущий и капитальный ремонт скважин, под-бор рецептур, разработка и сопровождение буровых растворов, тампонажные работы, услуги по технологическому сопровождению наклонно–направленного бурения.

Это позволяет компании находится в лидерах по оказанию услуг, среди предприятий нефтегазодобывающего комплекса. Тем самым компания зани-мает ведущую строчку в рейтинге у заказчиков.

Ключевыми партнерами компании являются: публичное акционерное общество «Газпромнефть», публичное акционерное общество «Роснефть», МГК «ИТЕРА», публичное акционерное общество «Газпром», публичное ак-ционерное общество «ЛУКОЙЛ», публичное акционерное общество «НО-

ВАТЭК», публичное акционерное общество Нефтегазовая компании «Рус-снефть», публичное акционерное общество «Новосибирскнефтегаз».

Томский филиал создан на базе четырех сервисных предприятий региона, входивших в состав Томских УБР. В самом начале здесь работало 8 бригад бурения и 22 – капитального ремонта скважин.

Наиболее крупные проекты – на Приобском и Салымском месторождениях. На данный момент в компании работают современные буровые установки, оснащенные верхними силовыми приводами. Бурение скважин проходит в рекордные сроки, в среднем от 9 до 11 суток.

Главная задача компании – максимально быстро реагировать на все изменения рынка.

Основополагающими принципами в работе на протяжении многих лет была и остается социальная ответственность и забота о людях, окружающей среде.

2.2 Система управления промышленной безопасностью

Система управления промышленной безопасностью (далее – СУПБ) – комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты (ОПО), в целях предупреждения аварий и инцидентов на ОПО, локализации и ликвидации последствий таких аварий [4].

Система управления промышленной безопасности в АО «ССК» регламентируется документом НСИ «Единая система управления охраной труда, промышленной, пожарной и экологической безопасностью», от 10.03.2016 г., утвержденная генеральным директором В.С. Шестериковым. Данный документ устанавливает единый порядок организации управления охраной труда промышленной, пожарной и экологической безопасностью (далее - ЕСУОТППЭБ).

Управление ЕСУОТППЭБ включает в себя функции по подготовке, принятию и реализации управленческих решений по осуществлению организаци-

онных, технических, санитарно-гигиенических, лечебно - профилактических, медицинских и социальных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности, сохранение работоспособности, здоровья и жизни работников.

При разработке ЕСУОТППЭБ принято за основу то, что обеспечение безопасных и здоровых условий труда и безопасность производства возможны лишь при условии соблюдения всеми работниками, от руководителя до исполнителя, своих обязанностей по охране труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности.

Обеспечение безопасных и здоровых условий труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности предусмотрено осуществлять по трем основным направлениям, в том числе:

- производство предупредительно-профилактических работ;
- достижение необходимой надежности и безопасности производственных процессов;
- создание санитарно-гигиенических условий труда, соответствующих нормативно - правовой базе;

Предупредительно - профилактические работы предлагают проведение диагностики и испытания оборудования, обучение персонала, регламентирование требований к действиям работников по обеспечению безопасности и надежности оборудования и производственных процессов, качества подготовки принимаемых решений на стадии проектирования.

Наряду с требованиями к организации постоянного производственного контроля, к поддержанию параметров надежности и безопасности механического и энергетического оборудования, такие требования определены также к средствам контроля в системах управления технологическими процессами.

Предусмотрены методы материального воздействия на сотрудников Компании с целью создания и поддержания безопасных условий труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности на производстве.

Цель ЕСУОТППЭБ – обеспечение безопасных условий труда для работников на всех стадиях производственного процесса и условий, при кото-

рых обеспечивается не только своевременное устранение каких-либо нарушений норм по охране труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности, но и предупреждение возможности их возникновения.

Задачи, решаемые ЕСУОТППЭБ:

- определение основных принципов управления охраной труда, промышленной, пожарной и экологической безопасностью;
- установление определенных функций и обязанностей для работодателей и работников на всех уровнях управления производством по выполнению требований по охране труда и созданию условий промышленной, пожарной и экологической безопасности;
- планирование мероприятий по обеспечению охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности, организация их исполнения, контроль, учет, анализ и оценка проводимой работы;
- организация подготовки и аттестации персонала по вопросам охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности (обучение работников методам и приемам безопасного производства работ, аттестация, инструктажи, стажировка и т.д.);
- организация пропаганды безопасного труда и передового опыта по промышленной, пожарной и экологической безопасности среди персонала Компании;
- оценка риска и обеспечение безопасности технологических процессов и оборудования; работ по реконструкции, ремонту и эксплуатации зданий и сооружений;
- приведение санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах в соответствие с действующими нормами;
- создание для работников Компании благоприятных социальных условий, установление оптимальных режимов труда и отдыха;
- организация санитарно-бытового и лечебно-профилактического медицинского обслуживания персонала; организация профессионального отбора работников;

- обеспечение работников спецодеждой, спецобувью и другими средствами защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- организация внутриведомственного контроля соблюдения требований охраны труда и промышленной безопасности в процессе производства;
- информационное обеспечение;
- анализ и стимулирование работы по обеспечению безопасности производственных процессов, снижению производственного травматизма и профзаболеваемости, соблюдение требований Правил и Норм;
- применение различных форм воздействия на субъекты и объекты управления.

Недостатки данной системы заключаются в недостаточности мер направленных на обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин, а большей часть направлена на соблюдение требований охраны труда и экологической безопасности.

Система управления промышленной безопасностью и система управления охраной труда - это разные по целям и содержанию системы. Они имеют разное правовое регулирование. Нормативными актами установлены разные требования к содержанию и документарному оформлению указанных систем. В рамках систем реализуются разные процедуры.

2.3 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности

Требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий и инцидентов при бурении нефтегазовых скважин регламентируются "Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (далее - Правила), утверждённые приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее - РТН) от 15.12. 2020 г. № 534 [5].

В соответствии с вышеуказанными указанными правилами для обеспе-

чения промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин:

- разрабатывается план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО;
- заключаются договоры с аварийно-спасательными формированиями на выполнение комплекса работ по противофонтанной безопасности;
- разрабатывается положение о порядке допуска и организации безопасного производства работ;
- регламентируются работы повышенной опасности, газоопасные и огневые работы;
- вменяется необходимость к разработке инструкции по предупреждению ГНВП и открытых фонтанов, учитывающую специфику эксплуатации месторождений и технологию проведения работ при бурении, освоении, геофизических исследованиях скважин, реконструкции, ремонте, техническом перевооружении, консервации и ликвидации скважин, а также при ведении геофизических и ПВР на скважинах, согласованную с ПАСФ;
- приведены общие требования к применению технических устройств и инструментов, в частности продление срока безопасной эксплуатации технических устройств по истечении срока службы должно осуществляться по результатам проведения экспертизы промышленной безопасности;

Глава 3 Моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин

3.1 Анализ аварийности на опасных производственных объектах нефтегазодобывающей промышленности

В 2020 году Федеральный государственный надзор в области промышленной безопасности осуществляется в отношении 8687 опасных производственных объектов нефтегазодобычи, в том числе:

- I класса опасности — 666;
- II класса опасности — 1258;
- III класса опасности — 4981;

IV класса опасности — 1782.

Из них под надзором находилось:

участков ведения буровых работ — 225;

объектов бурения и добычи нефти, газа и газового конденсата — 1315;

фонд скважин — 2184;

площадок буровых установок (плавучих, включая буровые суда) — 17;

В период с 2016 по 2020 год на объектах нефтегазодобывающей промышленности произошло 50 аварий, (табл. 1).

Таблица 1

Распределение аварий по отраслям промышленности

Отрасль промышленности	Количество аварий					
	2016	2017	2018	2019	2020	Общее
Объекты нефтедобычи	8	16	9	6	10	49
Объекты газодобычи	0	0	0	1	0	1
Всего:	8	16	9	7	10	50

Экономический ущерб от аварий составил 1 млрд 752 млн 466 тыс. руб., в том числе экологический ущерб — 8 млн 202 тыс. руб.

В 2016 - 2020 году на объектах нефтегазодобывающей промышленности произошло 50 аварий. Количество травмированных в результате аварий в составило 21 человек, из них со смертельным исходом — 16 человек. Количество смертельно травмированных составило 47 человек (табл. 2 – 4, рис. 2).

Таблица 2

Распределение случаев смертельного травматизма на ОПО по отраслям промышленности

Отрасль промышленности	Количество смертельного травматизма					
	2016	2017	2018	2019	2020	Общее
Объекты нефтедобычи	12	7	12	8	8	47
Объекты газодобычи	0	0	0	0	0	0
Всего:	12	7	12	8	8	47

Таблица 3

Распределение аварий и случаев смертельного травматизма на опасных
производственных объектах нефтегазодобычи различных классов опасности
в 2016–2020 годах

Класс опасности	Аварии					Смертельный травматизм				
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
1 класс	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2
2 класс	5	4	0	0	2	2	0	2	0	1
3 класс	1	10	7	4	4	8	5	7	6	5
4 класс	0	1	1	0	2	0	1	2	0	0
Всего:	8	16	9	7	10	12	7	12	8	8

Таблица 4

Распределение аварий по видам на опасных производственных объек-
тах нефтегазодобычи в 2016 и 2020 годах

Вид аварий	Количество аварий						
	2016	2017	2018	2019	2020	Общ.	%
Открытые фонтаны и выбросы	2	9	3	2	2	18	36
Взрывы и пожары на объектах	2	3	1	2	6	14	28
Падение буровых (эксплуатационных) вышек, разрушение их частей	1	0	1	0	0	2	4
Прочие (разрушение технических устройств, разливы нефтесодержащей жидкости)	3	4	4	3	2	16	32
Всего:	8	16	9	7	10	50	100

Таблица 4

Распределение несчастных случаев со смертельным исходом по трав-
мирующим факторам на опасных производственных объектах нефтегазодо-
бычи в 2016 и 2020 годах

Травмирующие факторы	Количество несчастных случаев со смер- тельным исходом					
	2016	2017	2018	2019	2020	%
Термическое воздействие	2	2	3	2	3	30,77
Падение с высоты	2	1	0	0	0	7,69
Токсичные вещества	0	0	2	1	2	12,82
Недостаток кислорода	0	0	1	2	1	10,26
Взрывная волна	1	0	1	0	0	5,13
Разрушенные технические устройства	1	4	5	1	2	33,33
Всего:	6	7	12	6	8	100



Рис. 2. Динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом на опасных производственных объектах нефтегазодобычи в 2016–2020 годах

В исследуемый период произошли аварии по видам с открытыми фонтанами и выбросами 18 аварий или 36 % от общего количества;

со взрывом и пожаром 14 аварий или 28 % от общего количества;

Количество аварий, связанных с падением буровых (эксплуатационных) вышек, разрушением их частей, составило 2 аварии 4 от общего количества;

Количество аварий, связанных с разрушением технических устройств, разливами нефтесодержащей жидкости - 16 аварий или 32 % от общего количества;

От термического воздействия и взрывной волны погибло 38 % персонала из общего количества.

Анализ результатов технических расследований аварий показывает, что основными причинами возникновения аварий явились:

в одном случае (11 %) — внутренние опасные факторы, связанные с разгерметизацией и разрушением технических устройств;

в остальных случаях (89 %) — ошибки персонала, связанные с нарушением требований организации и производства газоопасных, огневых и ремонтных работ, а также организации работ по обслуживанию оборудования.

3.2 Наиболее крупные по ущербу аварии

Наиболее крупная по экономическому ущербу авария произошла 9 марта 2018 года в ООО «Кынско Часельское нефтегаз» на Ново-Часельском нефтяном месторождении. Техническими причинами аварии явились потеря реологических свойств раствора, предназначенного для предотвращения газонефтеводопроявлений, а также отсутствие противовыбросового оборудования на устье скважины при проведении работ по капитальному ремонту скважины № 221-Р.

Организационной причиной аварии явилось выполнение технологических операций при ремонте скважины бригадой КРС с отступлением от утвержденного плана работ.

В результате аварии произошло газонефтеводопроявление, перешедшее в открытый фонтан. Продолжительность фонтанирования скважины составила 79 часов.

Экономический ущерб от аварии составил 23 407 тыс. руб., из них экологический ущерб — 2 460 тыс. руб.

10 апреля 2017 года на нефтяном месторождении им. А. Алабушина (недропользователь — ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»). В процессе производства ремонтных работ подрядной организацией ООО «Коми Куэст Интернешнл» по извлечению аварийного оборудования (шаблона) на скважине подрядной организацией произошло нефтегазоводопроявление с последующим возгоранием. Продолжительность горения скважины составило 32 дня.

Экономический ущерб от аварии составил 749 702 тыс. руб., экологический ущерб — 4 031 тыс. руб.

Технической причиной возникновения аварии послужило нарушение технологии проведения ремонтных работ, связанное с отсутствием постоян-

ного долива в скважину жидкости глушения, при этом продолжительность горения скважины была обусловлена необученностью персонала действиям, предусмотренным планами мероприятий локализации и ликвидации аварий при нефтегазоводопроявлениях.

10 августа 2017 года на Ван-Еганском месторождении в Ханты-Мансийском автономном округе (недропользователь — ПАО НК «Роснефть») при проведении буровых работ подрядной организацией ООО «Интегра-Бурение» произошло нефтегазоводопроявление с последующим возгоранием. Продолжительность горения нефтегазового флюида из скважины составила 18 дней. Последствиями аварии стало полное разрушение буровой установки, не предназначенной в дальнейшем к эксплуатации, и полная ликвидация вновь пробуренной скважины.

Экономический ущерб от аварии составил 631 млн 449 тыс. руб., из них экологический ущерб составил 28 тыс. 403 руб., а затраты на ликвидацию и локализацию последствий аварии составили 28 млн 224 тыс. руб.

В результате аварии пострадали 8 человек от ожогов из числа подрядной организации, в том числе один — смертельно.

В ходе расследования причин аварии установлено, что подрядная организация была допущена к проведению буровых работ без оформленной должным образом лицензии на осуществление деятельности по эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности с указанием места работ на Ван-Еганском месторождении Ханты-Мансийского автономного округа и отсутствовала регистрация опасного производственного объекта по месту проведения работ.

Технической причиной аварии стало несоблюдение буровым подрядчиком технологии бурения скважины, связанное с недоливом бурового раствора в устье скважины во время подъема бурильного инструмента.

29 апреля 2020 г. на ОПО «Фонд скважин нефтяного месторождения имени А. Алабушина, эксплуатируемом ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», при проведении работ в соответствии с планом по освоению скважины 16 кустовой

площадки № 2 бригадой № 529 УФ ООО «КРС Евразия» произошло газонефтеводопроявление с последующим возгоранием подъемного агрегата ОПР-80. В результате аварии погиб работник.

Экономический ущерб составил 9 411,8 тыс. руб.

Причинами аварии явились:

несогласованное отступление от плана работ по капитальному ремонту скважин;

отсутствие контроля за уровнем жидкости в скважине;

несвоевременная герметизация устья скважины при первых признаках газонефтеводопроявления;

отсутствие производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности;

отсутствие вспомогательного пульта управления противовыбросовым оборудованием;

отсутствие контроля со стороны заказчика работ.

9 декабря 2020 г. при проведении спускоподъемных операций при бурении скважины на ОПО «Участок ведения буровых работ», эксплуатируемом ООО «Нефтегорская буровая компания», произошел выброс газовой смеси и ее возгорание с последующим разрушением буровой вышки и части вспомогательного оборудования.

В результате пожара получил термический ожог помощник бурильщика, разрушена буровая установка 2500/160 ЭПК.

Помощник бурильщика получил термический ожог. Разрушена буровая установка 2500/160 ЭПК.

Причинами аварии явились:

нарушения технологии проведения спускоподъемных операций;

отсутствие контроля бурового раствора на газонасыщенность после вскрытия газоносного горизонта;

отсутствие долива бурового раствора в скважину в процессе подъема колонны бурильных труб;

отсутствие производственного контроля требований промышленной безопасности на ОПО;

пуск буровой установки без уведомления органа Ростехнадзора;

отсутствие регистрации в государственном реестре ОПО «Участок ведения буровых работ».

Тенденция аварийных ситуаций на ОПО связанных с открытыми фонтанами и выбросы в период с 2019 по 2020 год остается не изменой в большей степени обусловлено ограничительными мерами, принятыми в 2020 году, с целью недопущения распространения коронавирусной инфекции COVID-19 в Российской Федерации, а также снижение добычи нефти, нефтяной голод 2019 года, в результате которого были заморожены все проекты производства буровых работ.

В свою очередь взрывы и пожары на объектах возросли с 2 до 6 случаев, в связи с чем необходимо разработать мероприятия, направленные на обеспечение промышленной безопасности при бурении нефтегазовых скважин. [6]

Глава 4 Объект исследования

4.1 Общая характеристика участка ведения буровых работ

Согласно приложениям 1 и 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г., № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» с изменениями на 11.06.2021. [4] исследуемый объект относится к опасному производственному объекту, не требующему разработки декларации промышленной безопасности, объект подлежит обязательной регистрации в государственном реестре в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации. Требования раздела являются обязательными при осуществлении строительства и производственной деятельности опасного производственного объекта.

Объектом исследования данной работы является участок ведения буровых работ расположенный в Тюменской области, Ханты – Мансийском автономном округе, Тагринском месторождении.

На данном участке расположено оборудование буровое «Уралмаш 3000 ЭУК – ИМ» (в дальнейшем – оборудование) которое является составной частью буровой установки типа БУ 3000 ЭУК кустового бурения эксплуатационных скважин на нефть и газ.

Оборудование предназначено для эксплуатации в условиях умеренного климата, исполнение У категории I по ГОСТ 15150-69, за исключением нижнего значения рабочей температуры, значение которого устанавливается равным минус 400С.

Оборудование широко эксплуатируются в области промышленного бурения. Реальными пользователями разрабатываемого решения является буровая вахта, состоящая из двух бурильщиков эксплуатационного и разведочного бурения и трех помощников бурильщика эксплуатационного и разведочного бурения.

4.2. Характеристика участка ведения буровых работ

В соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», (далее - Федеральный закон № 116-ФЗ) опасными производственными объектами АО

«ССК» являются участки ведения буровых работ, имеющих в своем составе технические устройства с признаками опасности в соответствии с вышеуказанным законом.

Признаки опасности технических устройств в составе участков ведения буровых работ:

- а) Получение, использование, переработка, образование, хранение, транспортирование, уничтожение опасных веществ;
- б) Использование оборудования, работающего под избыточным давлением пара более 0,07 МПа;
- в) Использование стационарно установленных грузоподъемных механизмов;

Класс опасности ОПО - III класс средней опасности.

В состав ОПО входят буровые установки, воздухосборники $V=2,7\text{м}^3$, пневмогидроаккумуляторы.

4.3 Потребность в кадрах

Общая потребность строительства в рабочих кадрах на строительно-монтажные работы (СМР) и вспомогательные работы представлена в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Численность работающих на СМР и вспомогательных работах.

	Общая	Численность работающих на СМР и вспомогательных работах, чел. В том числе по категориям			Численность работающих в прочих хозяйствах, чел. (до 50 %)	Общая численность работающих, чел.
		Рабочих (80%)	ИТР (14%)	МОП, служащих и охраны (6%)		
Участок буровых работ	20	14	4	2	7	27

Численность работающих в прочих хозяйствах составляет до 50 % от общей численности работающих на СМР и вспомогательных работах.

Учитывая удаленность объекта строительства до места постоянной дислокации организации, предусмотрено выполнять строительно-монтажные работы вахтовым методом. Базовым местом формирования вахтового персонала яв-

ляется г. Томск.

Периодичность смены вахт - 30 дней. Продолжительность рабочей смены - 12 часов.

Глава 5. Моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин

Перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества, приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1- Перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества

№ по схеме	Наименование оборудования, материал	Кол-во, шт.	Назначение	Техническая характеристика
Устье скважины	Скважина № 660	1	Разведка и поиски залежей УВ	Q=500 тыс.м3/сут P=15 МПа
Блок ГСМ	Емкость для хранения ДТ	8	Хранение ДТ	V=50 м3
Блок ГСМ	Емкость для хранения мазута	1	Хранение мазута	V=25 м3
Блок ГСМ	Емкость для хранения моторного масла	2	Хранение моторного масла	V=10 м3

Данные о распределении опасных веществ по оборудованию представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2 - Данные о распределении опасных веществ по оборудованию

Технологический блок, оборудование			Количество опасного вещества, т		Физические условия содержания опасного вещества		
наименование блока, № по схеме	наименование оборудования, опасное вещество	количество единиц оборудования	в единице оборудования	в блоке	агрегатное состояние	давление, МПа	температура, °С
Блок ГСМ	Емкость для хранения ДТ	8	37,35	298,80	жидкость	Атм.	20
	Емкость для хранения мазута	1	21,60	21,60	жидкость	Атм.	20
	Емкость для хранения моторного масла	2	7,65	15,30	жидкость	Атм.	20
Всего опасного вещества, т							
– ДТ				298,80			
– мазут				21,60			
– моторное масло				15,30			

5.1 Результаты определения (расчета) границ и характеристик зон воздействия поражающих факторов аварий

Неблагоприятные факторы, влияющие на возможность возникновения аварии, прежде всего связаны со свойствами и особенностями применения веществ и материалов.

На объекте используются опасные вещества, которые можно условно разбить на 2 группы:

1. Горючие газы (ГГ) – природный газ (преобладает метан).

Это газы, которые в смеси с воздухом в определенной пропорции при нормальных атмосферных условиях образуют взрывоопасную смесь.

При разгерметизации оборудования возможно образование факельного горения, создание взрывоопасных смесей с воздухом с воспламенением облака, что приводит к взрыву.

Возникновение аварийных ситуаций обусловлено также особенностями технологического процесса, используемого оборудования и условиями его эксплуатации. Возникновение факельного горения, взрыва или отравления продуктами возможно при разгерметизации оборудования, нарушением технологии и правил техники безопасности и др.

2. Горючие жидкости (ГЖ) – дизельное топливо, мазут, моторное масло.

Это вещества имеющие высокую температуру вспышки (выше 61 °С). При разгерметизации оборудования с ГЖ могут образоваться пожары пролива.

В связи с многообразием ситуаций, возникающих при эксплуатации производства, невозможно предвидеть и предсказать заранее время, место и характер аварии. Поэтому защита взрывопожароопасных производств строится с учетом возможности возникновения самых не- благоприятных послед-

ствий. Прогноз этих последствий можно осуществить на основе анализа технологических систем, статических данных о надежности оборудования и его узлов, а также результатов анализа аварий на аналогичных предприятиях.

Как правило, крупная авария, возникает вследствие нескольких причин (или их комбинации), которые можно условно разделить на две группы:

- производственные причины;
- внешние воздействия: техногенного характера (работа соседних установок), природного характера (ураганы, землетрясения), а также акты обмана, саботажа и диверсии.

К производственным причинам относятся:

- опасности, связанные с основными типовыми процессами;
- разгерметизация оборудования, трубопроводов вследствие физического износа, коррозии, механических повреждений, температурной деформации оборудования и трубопроводов;
- разгерметизация фланцевых соединений, запорной арматуры; отказ в работе противовыбросового оборудования, недостаточной геологической изученности;
- отсутствие или перебои в снабжении электроэнергией, теплоносителями;
- поломка или остановка машин (насосов, вентиляторов);
- события, связанные с отклонением параметров процесса от регламентных значений, которые обусловлены неправильным действием обслуживающего персонала при ведении техно-логического процесса, либо с отказами или неправильным функционированием средств контроля и управления технологическими параметрами, систем противоаварийной защиты.

Возможные причины и факторы, способствующие возникновению и развитию аварий в технологических блоках, приведены в таблице 5.3

Таблица 5.3 - Перечень основных факторов и возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций в технологических блоках

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварии	Возможные причины аварий
1. Наличие на объекте углеводородов являющихся взрывопожароопасными веществами, создает опасность аварийного выброса опасного вещества. 2. Эксплуатация оборудования под давлением создает дополнительную опасность разгерметизации. 3. Высокая пожаровзрывоопасность вещества создает дополнительную опасность разгерметизации от внешних воздействий (удар молнии) и ошибок персонала. 4. Наличие швов сварных соединений трубопроводов, что увеличивает вероятность возникновения трещин. 5. Механические повреждения, коррозия, брак сварки, усталость металла (внутреннее и внешнее коррозионное повреждение металла технологических трубопроводов, расслоение металла, усталостные трещины в сварных швах и местах закруглений, вызванные дефектами сварки, осадкой оснований фундаментов аппаратов, воздействие низких температур в холодное время года; нарушение фланцевых соединений и сальниковых уплотнений запорной арматуры). 6. Наличие в данном производстве насосов с различными торцевыми уплотнителями, создающими большое давление нагнетания, создают дополнительную опасность разгерметизации от превышения давления. 7. Некачественное проведение монтажных работ	1. Отказы трубопроводов, арматуры и разъемных соединений из-за дефектов изготовления, механических повреждений, коррозии. 2. Ошибки персонала при техническом обслуживании, диагностике оборудования, нарушение правил техники безопасности. 3. Механические повреждения в результате ведения ремонтных работ. 4. Отказ систем заземления, молниезащиты и защиты от статического электричества. 5. Отказы систем регулирования, сигнализации и блокировок. 6. Нарушение нормального режима эксплуатации при прекращении подачи энергоресурсов. 7. Внешние воздействия техногенного или природного характера

5.2 Определение типовых сценариев возможных аварий

Под сценариями аварий понимается полное и формализованное описание последовательных событий: фазы инициирования, самого аварийного процесса, создавшейся ЧС, потерь при аварии, включая специфические коли-

чественные характеристики, пространственные и временные параметры и причинные связи событий аварий.

Определение сценариев возникновения и развития аварий производится с помощью принципиальной схемы, предусматривающей поэтапное развитие аварий в зависимости от масштаба и тяжести последствий. Каждая аварийная ситуация может иметь несколько стадий развития, при сочетании определенных условий может быть или приостановлена (локализована) или перейдет в более высокий уровень. При этом рассматривались максимальные гипотетические аварии (МГА), сопровождающиеся образованием максимальных объемов взрывопожароопасных и токсичных веществ и приводящие к наибольшему ущербу. В качестве МГА принимается – катастрофический разрыв трубопровода на полное сечение или разрушение емкости, аппарата.

Анализ возможных причин возникновения аварий на опасных объектах и свойств опасных веществ позволил выявить следующие возможные сценарии развития аварийных ситуаций на объекте защиты:

Группа сценариев С1 – факельное горение:

– разгерметизация устья скважины (аппарата, емкости, насоса) → полное разрушение → истечение ГГ + источник зажигания → образование факельного горения → термическое поражение людей и рядом стоящих сооружений и оборудования → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды.

Группа сценариев С2 – пожар пролива:

– разгерметизация емкости (подводящих трубопроводов, аппарата, насоса) → полное разрушение → истечение ГЖ → образование пролива + источник зажигания → пожар пролива
→ термическое поражение людей и рядом стоящих сооружений и оборудования → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды.

Группа сценариев С3 – взрыв облака топливовоздушной смеси:

– разгерметизация устья скважины (трубопровода, аппарата, емкости, насоса) → полное разрушение → истечение ГГ → образование облака ТВС → распространение облака + источник зажигания → взрыв облака ТВС → барическое и термическое поражение людей, сооружений и оборудования → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды.

Группа сценариев С4 – выброс опасного вещества, экологическое загрязнение:

– разгерметизация оборудования (резервуара, насоса) → истечение опасного вещества, распространение его по территории объекта → токсическое поражение персонала, загрязнение окружающей среды.

В данном документе используется следующая система обозначений сценариев развития аварий:

$M(N)V$,

где М – группа сценария. Возможные значения: С1 – факельное горение, С2 – пожар пролива, С3 – взрыв облака топливовоздушной смеси, С4 – экологическое загрязнение.

N – тип объекта (оборудования), на котором произошла авария, согласно экспликации оборудования представленной на схеме площадки буровой установки;

V – условное обозначение опасного вещества участвующего в аварии. Возможные обозначения: Г – природный газ, ДТ – дизельное топливо, МЗ – мазут, М – моторное масло.

Согласно деревьев событий, сценарии факельного горения и рассеивания облака без воспламенения – являются наиболее вероятными событиями, сценарий взрыва ТВС являются наиболее опасными по последствиям событием, но так же и самыми редкими.

Блок-схема анализа вероятных сценариев (С1, С2, С3, С4) возникновения и развития аварий на ОПО представлена на рисунке 5.1.

Описание наиболее крупных и вероятных сценариев аварий приведено в таблице 5.4.

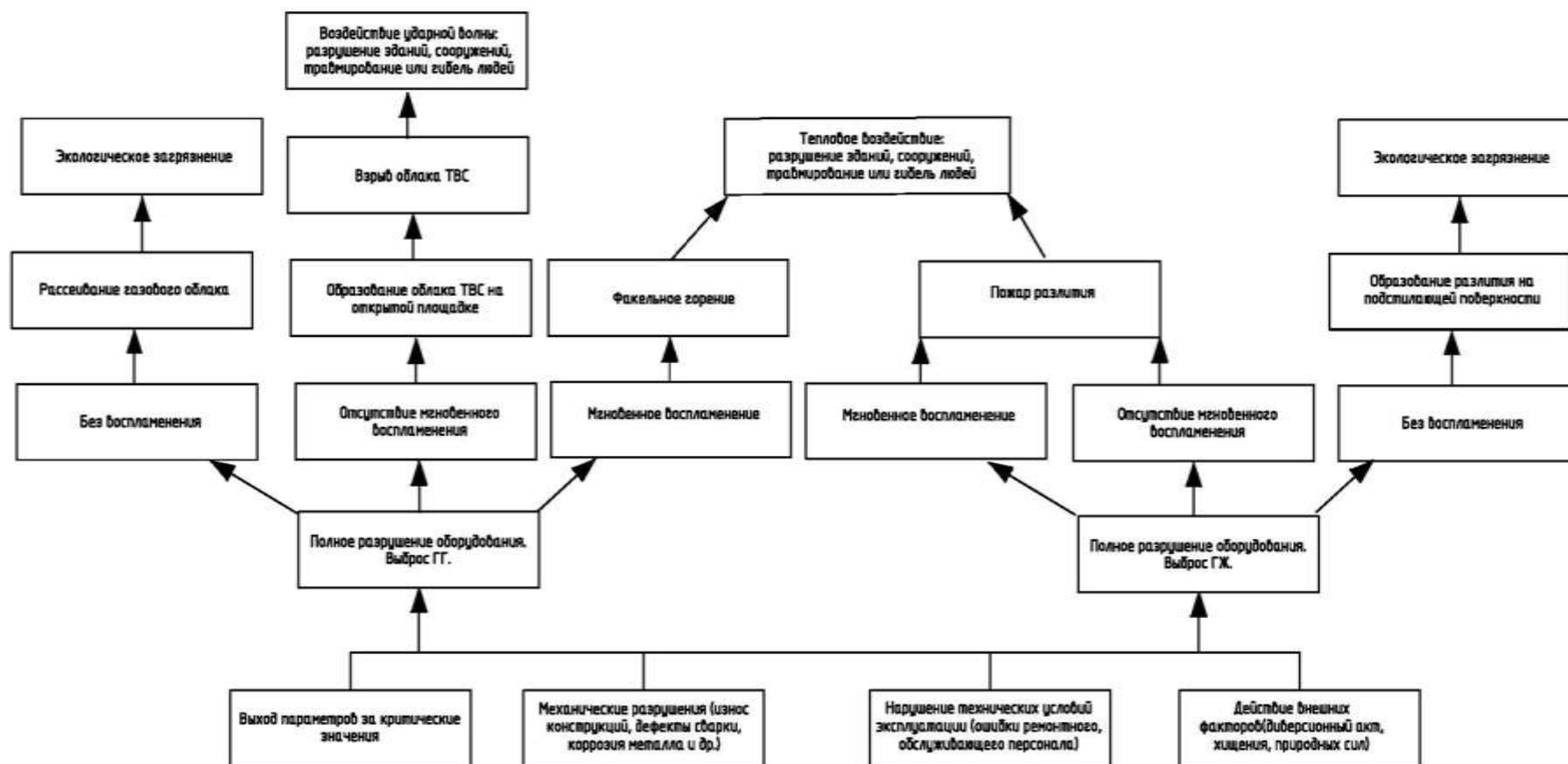


Рисунок 5.1 - Блок-схема анализа вероятных сценариев (C1, C2, C3, C4) возникновения и развития аварий на ОПО

Таблица 5.4 - Описание наиболее крупных и вероятных сценариев аварий

Наименование составляющей	Наиболее опасный сценарий		Наиболее вероятный сценарий	
	№ сценария	Описание сценария	№ сценария	Описание сценария
Скважина №659	С3(скв.№660)Г	Полное разрушение устья скважина №660 → истечение ГГ → образование облака ТВС → распространение облака + источник зажигания → взрыв облака ТВС на открытом пространстве → барическое и термическое поражение людей, сооружений и оборудования → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды	С4(скв. №660)Г	Полное разрушение устья скважины №660 → истечение ГГ → образование облака ГГ → распространение облака → загрязнение окружающей среды
Блок ГСМ (емкость для хранения ДТ)	С2(ГСМ)ДТ	Полное разрушение емкости для хранения ДТ → истечение ДТ + источник зажигания → образование пожара пролива → термическое поражение людей и рядом стоящих сооружений и строений → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды	С4(ГСМ)ДТ	Полное разрушение емкости для хранения ДТ → истечение ДТ → образование разлива в пределах обвалования → загрязнение окружающей среды

Продолжение таблицы 5.4

Наименование составляющей	Наиболее опасный сценарий		Наиболее вероятный сценарий	
	№ сценария	Описание сценария	№ сценария	Описание сценария
Блок ГСМ (емкость для хранения мазута)	С2(ГСМ)МЗ	Полное разрушение емкости для хранения мазута → истечение МЗ + источник зажигания → образование пожара пролива → термическое поражение людей и рядом стоящих сооружений и строений → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды	С4(ГСМ)МЗ	Полное разрушение емкости для хранения мазута → истечение МЗ → образование разлива в пределах обвалования → загрязнение окружающей среды
Блок ГСМ (емкость для хранения моторного масла)	С2(ГСМ)М	Полное разрушение емкости для хранения моторного масла → истечение М + источник зажигания → образование пожара пролива → термическое поражение людей и рядом стоящих сооружений и строений → образование и распространение облака продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды	С4(ГСМ)М	Полное разрушение емкости для хранения моторного масла → истечение М → образование разлива в пределах обвалования → загрязнение окружающей среды

5.3 Результаты анализа риска чрезвычайных ситуаций для проектируемого объекта

Любой сценарий начинается с инициирующего события (утечки различной интенсивности/отказа оборудования), которое может возникнуть с некоторой частотой.

Частоты реализации инициирующих событий приняты согласно «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (с изменениями на 14 декабря 2010 года)». Принятые частоты представлены в таблице 5.5

Таблица 5.5- Частоты реализации инициирующих событий для оборудования

Наименование оборудования	Инициирующее аварийное событие	Диаметр отверстия истечения, мм	Частота разгерметизации, год ⁻¹
Компрессоры	Разгерметизация с последующим истечением газа	Полное разрушение	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Резервуары для хранения ЛВЖ и горючих жидкостей (далее ГЖ) при давлении, близком к атмосферному	Разгерметизация с последующим истечением жидкости во ввалование	Полное разрушение	$5,0 \cdot 10^{-6}$

При расчете вероятностей дальнейшего развития аварий использовался программный комплекс «ТОКСИ+^{Risk}» и деревья событий, построенные согласно «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (с изменениями на 14 декабря 2010 года)». Построение логического дерева событий позволяет определить развитие возможных аварийных ситуаций, возникающих вследствие реализации инициирующих событий. Анализ дерева событий представляет собой "осмысливаемый вперед" процесс, то есть процесс, при котором исследование развития аварийной ситуации начинается с исходного собы-

тия с рассмотрением цепи последующих событий, приводящих к возникновению пожара, взрыву ТВС, рассеиванию облака и т.д.

Дерево событий при авариях полного разрушения оборудования с ГГ, хранящейся при избыточном давлении представлено на рисунке 5.2.

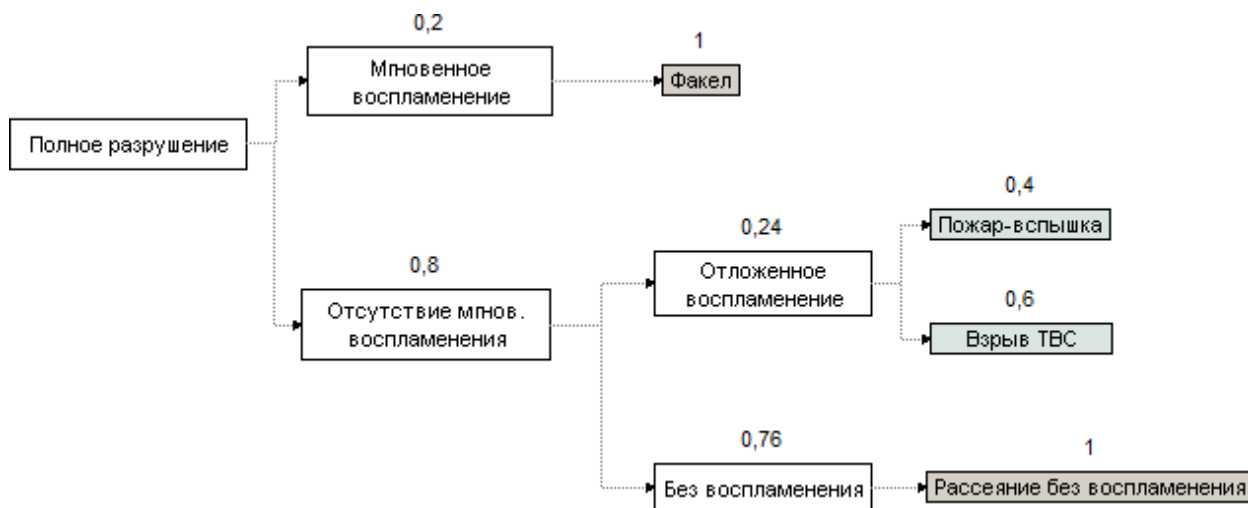


Рисунок 5.2 - Дерево событий при авариях полного разрушения оборудования с ГГ, хранящейся при избыточном давлении

При полном разрушении оборудования с ГГ:

- вероятность рассеяния без воспламенения – 0,608;
- вероятность взрыва облака ТВС – 0,1152;
- вероятность образования факела – 0,2.

Дерево событий при авариях полного разрушения емкости с ГЖ, хранящейся при атмосферном давлении представлено на рисунке 5.3.



Рисунок 5.3 - Дерево событий при авариях полного разрушения емкости с ГЖ, хранящейся при атмосферном давлении

При полном разрушении оборудования с ГЖ:

- вероятность образования пожара пролива – 0,05795;
- вероятность рассеяния без воспламенения – 0,89205.

Итоговые частоты реализации сценариев и инициирующих событий представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6- Частота реализации сценариев и инициирующих событий

Составляющая объекта	Сценарий аварии	Частота инициирующего события, год ⁻¹	Частота реализации сценария, год ⁻¹
Скважины № 660	С1(скв.№660)Г	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$
	С3(скв.№660)Г		$1,152 \cdot 10^{-5}$
	С4(скв. №660)Г		$6,08 \cdot 10^{-5}$
Блок ГСМ	С2(ГСМ)ДТ	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$2,898 \cdot 10^{-7}$
	С4(ГСМ)ДТ		$4,46 \cdot 10^{-6}$
Блок ГСМ	С2(ГСМ)МЗ		$2,898 \cdot 10^{-7}$
	С4(ГСМ)МЗ		$4,46 \cdot 10^{-6}$
Блок ГСМ	С2(ГСМ)М		$2,898 \cdot 10^{-7}$
	С4(ГСМ)М		$4,46 \cdot 10^{-6}$

5.4 Определение показателей риска

Расчет значений показателей риска проводился с помощью программного комплекса «ТОКСИ+^{Risk}».

При проведении количественной оценки показателей риска были приняты следующие предпосылки:

- период времени для расчета показателей риска принят равным одному году;
- режим работы объекта круглосуточный;
- условная вероятность аварий в течение суток постоянная;
- число и место нахождения персонала/третьих лиц на объекте проектирования и рядом расположенных опасных объектах определяется согласно списочно-квалификационному составу;
- количество персонала находящегося одновременно на площадке принято равным максимальной рабочей смены;
- вероятность присутствия персонала обслуживающего объект была принята равной 1 (24 часа в сутки).

Значения показателей индивидуального и коллективного риска для обслуживающего персонала представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Индивидуальный и коллективный риск для обслуживающего персонала

Название площадного объекта	Число riskующих	Число одновременно находящихся	Коллективный риск для площадного объекта, 1/год*чел	Индивидуальный риск для площадного объекта, 1/год
Скважины № 660	7	7	9,68E-06	1,38E-06
Приемный мост, стеллажи приемного моста	1	1	1,26E-06	1,26E-06
Дизель-генераторный блок	1	1	1,29E-06	1,29E-06
Котельная	1	1	0	0
Блок дозировки и очистки раствора	1	1	1,40E-06	1,40E-06

Площадки размещения буровых насосов и дизельного привода	1	1	4,30E-07	4,30E-07
Вахтовый поселок	32	32	5,61E-08	1,75E-09
Итого по объекту	44	44	1,4E-05	3,2E-07

Социальный риск (F/N-диаграмма гибели обслуживающего персонала) представлен на рисунке 5.2.

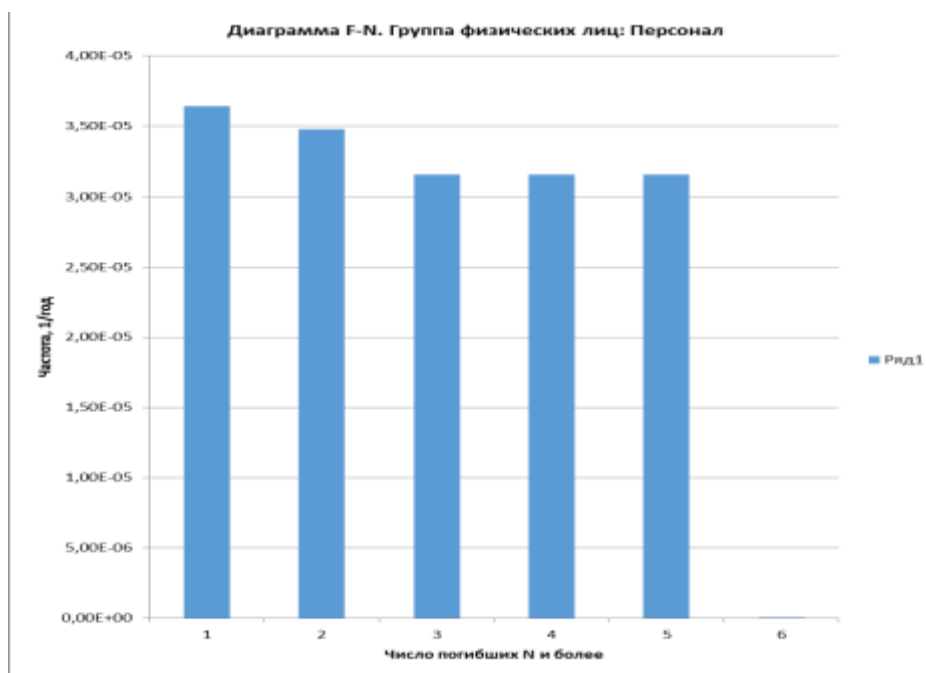


Рисунок 5.2 - F/N-диаграмма гибели обслуживающего персонала. Зоны потенциального риска представлены в приложении Е.

5.5 Сравнительный анализ рассчитанных показателей риска аварии на проектируемом объекте со среднестатистическими показателями риска техногенных происшествий и/или критериями приемлемого риска

Приемлемость риска на проектируемом объекте определялась согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ, по которому величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать 1×10^{-6} в год.

Еще одним критерием для сравнительного анализа риска со среднестатистическими показателями принимается подход, основанный на том, что

обобщенный уровень «бытовых» рисков принимается за «норму», поскольку человек воспринимает свои ежедневные риски, объективно интегрированные в его жизнь, как некую данность, и зачастую их просто не замечает. Критерий заключается в следующем: если риск травматизма, увечья, смерти на каком-либо производстве не больше чем в быту, то он считается терпимым.

Результаты анализа статистических данных по смертности от неестественных причин на территории СССР и Российской Федерации (1987 – 1991 гг.) приведены в таблице 5.8.

С целью обоснования границ «приемлемого риска» в СТО Газпром 2-2.3-351-2009 предлагается использовать вероятность возникновения смертельного индивидуального риска от аварий техногенного характера для проектируемого объекта равного 5×10^{-5} .

Таблица 5.8 - Анализ статистических данных по смертности от неестественных причин на территории СССР и Российской Федерации

Причина гибели	Вероятность смерти за 1 год
Смерть от неестественных причин:	
В бывшем СССР (1987 г.)	$1,1 \times 10^{-3}$
В Российской Федерации (1987 г.)	$(1,0-1,7) \times 10^{-3}$
Гибель в происшествиях с подвижным составом (1988 г.)	$1,6 \times 10^{-4}$
Убийство или самоубийство	
В бывшем СССР (1991 г.)	$1,6 \times 10^{-4}$
В Российской Федерации (1991 г.)	$2,6 \times 10^{-4}$
Риск гибели в дорожно-транспортных происшествиях в Московской области (1991 г.)	$2,7 \times 10^{-4}$
Риск гибели в результате умышленного убийства в Московской области (1991 г.)	$7,0 \times 10^{-5}$
Верхняя оценка поражения персонала техногенных объектов	$1,9 \times 10^{-5}$
Верхняя оценка гибели населения в результате природно-го чрезвычайного события (1989 г.)	$1,2 \times 10^{-6}$
Гибель в авиакатастрофе при полетах на самолетах Аэрофлота	$8,0 \times 10^{-7}$
Гибель в авиакатастрофе при полетах на самолетах «Боинг»	$4,3 \times 10^{-7}$

В соответствии с таблицей 5.8 «нормой» по второму критерию сравнения рисков принимается верхняя оценка гибели населения в результате техногенного чрезвычайного события – $2,4 \times 10^{-6}$.

Сравнительные показатели риска с уровнями приемлемости риска по описанным выше критериям приведены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 - Индивидуальный и коллективный риск для обслуживающего персонала

Наименование группы рискающих	Индивидуальный риск гибели людей на проектируемом объекте	Индивидуальный пожарный риск в зданиях, сооружениях и на территориях производственных объектов (ФЗ №123)	Верхняя оценка гибели населения в результате техногенного чрезвычайного события	Индивидуальный риск смертности от аварий техногенного характера для проектируемых ОПО (СТО Газпром 2-2.3-351-2009)
Персонал объекта	3,2E-07	1×10^{-6} 1×10^{-4} (при условии проведения мероприятий, компенсирующих работу персонала в условиях повышенного риска)	$2,4 \times 10^{-6}$	5×10^{-5}

Индивидуальный риск гибели людей на исследуемом объекте «Участке ведения буровых работ» ($3,2 \times 10^{-7}$ 1/год):

– *не превышает* значения индивидуального пожарного риска, установленного Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ;

– *не превышает* значения смертельного индивидуального риска, установленного СТО Газпром 2-2.3-351-2009:

– *не превышает* значения риска гибели населения в результате техногенного чрезвычайного события согласно анализа статистических данных по смертности от неестественных причин на территории СССР и Российской

Федерации.

Индивидуальный риск гибели населения и третьих лиц при авариях на проектируемом объекте отсутствует.

В соответствии с вышесказанным можно сделать вывод о приемлемости показателей риска на проектируемом объекте.

5.6. Мероприятия, направленные на уменьшение риска чрезвычайных ситуаций на проектируемом объекте

Технические меры по уменьшению риска, предусмотренные в проекте:

- на буровой предусматривается система контроля процессов бурения, позволяющая контролировать и регистрировать основные параметры процесса проводки скважины.

- непосредственно на устье скважины, в соответствии с нормами и правилами проведения буровых работ, расположены средства герметизации скважины при ГНВП (газо-нефте-водо- проявления). Средства герметизации представляют: превентор плащечный гидравлический и превентор универсальный гидравлический;

- склад ГСМ обвалован на высоту 1 м, шириной по основанию 2 метра (п. 4.2 ГОСТ Р 53324-2009), площадь обваловки 200 м²;

- в помещении котельной согласно п.7.8 СП 89.13330.2012 предусмотрены легкобрасываемые конструкции (остекление - п.7.9 СП 89.13330.2012), составляющие не менее 0,03 м² на

- 1 м³ свободного объема помещения. Площадь легкобрасываемых конструкций составляет 1,5 м²;

- выхлопные трубы ДВС оборудованы искрогасителями;

- БУ оборудована эвакуатором верхового рабочего;

- оборудование резервуаров и емкостного оборудования дыхательными, предохранительными клапанами, вентиляционными патрубками;

- выбор оборудования, арматуры, трубопроводов в соответствии с расчетным давлением.

- наличие предохранительных клапанов на трубопроводе подачи топлива;
- ограничитель высоты подъема талевого блока;
- предусмотрена блокировка, исключающая одновременное включение главного и вспомогательного приводов лебедки;
- автоматическое отключение приводов буровых насосов при повышении давления в нагнетательном трубопроводе на 10 % выше допустимого с одновременным сбросом давления;
- двигатели внутреннего сгорания силового агрегата буровой установки оборудованы системой аварийно-предупредительной сигнализации и защиты по ГОСТ 11928, а также системой аварийной (экстренной) остановки с перекрытием воздухозабора;
- ствол крюка имеет устройство для принудительного стопорения вращения при технологической необходимости;
- для обеспечения устойчивости талевого блока с крюком или автоматическим элеватором при перемещении без нагрузки центр его тяжести расположен ниже оси канатных шкивов;
- конструкция тормоза исключает возможность самопроизвольного торможения или растормаживания барабана лебедки;
- тормозной механизм лебедки имеет не менее двух независимых систем управления, одна из которых (основная) обеспечивает плавное регулирование тормозного момента, а в лебедках, в которых основной тормозной системой является регулируемый электропривод, установлен механический тормоз для аварийной установки и для фиксации барабана в неподвижном положении;
- управление лебедкой осуществляется дистанционно с пульта буровика;
- обеспечивается при гидравлическом тормозе контроль за уровнем жидкости в тормозной системе и возможность его регулирования;
- конструкция механического привода (трансмиссии, коробки передач

и т. д.) исключает возможность одновременного включения более одной передачи, а также самопроизвольное отключение или переключение передачи;

- система управления лебедкой обеспечивает автоматическое отключение привода с одновременным включением тормоза при поступлении сигнала предохранительных устройств (ограничителя грузоподъемности лебедки, ограничителя подъема талевого блока);

- наличие растяжек для предотвращения обрушения вышки, расположенных по четырём сторонам. Они представляют собой металлические тросы, прикрепленные к крюкам-держателям, вмонтированным в бетонный фундамент на глубину двух метров;

- конструкция пневмокомпенсатора позволяет установку манометра для измерения давления в газовой полости и дает возможность сбрасывания давления до нуля;

- уплотнения в гидравлической части насоса, в корпусах предохранительного устройства и пневмокомпенсатора рассчитаны на давление, равное полутора кратному максимальному рабочему давлению насоса;

- уплотнительные элементы в гидравлической части вертлюга рассчитаны на давление, равное его полутора кратному рабочему давлению;

- трубопроводы проложены с минимальным числом поворотов и изгибов;

- на нагнетательном трубопроводе предусмотрен отвод с запорным устройством для закачивания жидкости в затрубное пространство через крестовину превентора;

- конструкции соединений нагнетательного трубопровода исключают возможность травмирования персонала струей жидкости в случае повреждения уплотнения;

- пусковые запорные устройства буровых насосов имеют дистанционное управление с контролем крайних положений их затворов с пульта управления;

- нагнетательный трубопровод и его элементы рассчитаны на давле-

ние, равное полутора кратному рабочему давлению при рабочем давлении до 20 МПа и 1,4-кратному при давлении от 21 до 56 МПа;

- конструкция гидроциклонных ило- и пескоотделителей обеспечивает защиту обслуживающего персонала от разбрызгивания раствора из насадок;
- емкости имеют люки для слива жидкости и обслуживания;
- конструкция дегазатора позволяет присоединять к нему газоотвод;
- циркуляционная система укомплектована механизмами и сигнализацией в соответствии с требованиями «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденным Ростехнадзором.

Для пожарной безопасности на объекте предусмотрено пожаротушение от мотопомпы (МП – 600В или аналог), пенное пожаротушение (ГПС – 600), автоматическая установка пожаротушения для ДЭС. Необходимое количество первичных средств пожаротушения предусмотрено в соответствии с Постановлением правительства № 390 "О противопожарном режиме". В помещениях или на открытых площадках, где возможен разлив легко воспламеняющихся или горючих жидкостей установлены ящики с песком и пожарные щиты с немеханизированным инструментом и инвентарем. Тушение электрооборудования и электропроводки осуществлять углекислотными и порошковыми огнетушителями, тушение водой, пенными огнетушителями запрещается.

На территории предусмотрена установка пожарных щитов типа ЩП-В – 2 шт., ЩП-А – 1 шт., ЩП-Е – 1 шт.

Для хранения запаса воды, используемой для пожарных нужд, приняты 3 надземных емкости две объемом по 50 м³ и одна – 25 м³. Для предотвращения замерзания воды в емкостях,

предусматривается их подогрев при помощи теплообменника (змеевика), располагающегося внутри емкостей;

На объекте предусмотрена следующая система оповещения о пожаре:

Для обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма в

вагон-домах вахтового городка предусматривается установка автономных пожарных дымовых оптико- электронных извещателей.

В каждом помещении устанавливается не менее двух пожарных извещателей. Извещатели предназначены для выдачи звуковых и световых сигналов оповещения о пожаре.

Сигнал от извещателей поступает на приемно-контрольный прибор, который в свою очередь выдает сигнал на срабатывание системы оповещения о пожаре. К релейным выходам С2000-4 подключается совмещенный светозвуковой оповещатель.

Для получения оперативной информации от охранно-пожарной сигнализации, в вагон- доме бурового мастера устанавливается пульт центрального наблюдения С2000 М, на который поступает информация о срабатывании пожарной сигнализации.

Установка датчиков будет проводиться в период монтажных работ на буровой силами бурового подрядчика.

Глава 6. Рекомендации по совершенствованию системы управления промышленной безопасности

Итак, человеческий фактор в причинах производственного травматизма остается доминирующим. В причине всякого случая травматизма можно выделить психофизиологический аспект и большую значимость в нем сенсорной, мыслительной эмоционально-волевой составляющих свойств внимания, выдержки.

Современные исследования, направленные на снижение роли человеческого фактора в причинах аварийных ситуаций, направлены на выявление связи актуального функционального состояния человека и аварийности. Статистические данные по аварийности на объектах нефтегазового комплекса свидетельствуют о высокой роли «человеческого фактора» в причинах возникновения и эскалации аварийных ситуаций. Для снижения влияния человеческого фактора на аварийность необходимо:

- создание современных имитационных и тренажерных систем;
 - совершенствование процедур профессионального отбора;
 - оценка условий труда и актуального функционального состояния человека в рабочей среде.
- особое внимание необходимо уделять тем работам, которые относятся к высокорисковым, включая создание мотивационных условий для сотрудников.

Представляется, что для совершенствования работ, при выполнении которых максимальная психофизиологическая нагрузка приходится на сенсорную координацию, необходимо более широкое использование современных имитационных и тренажерных систем. Профессионализм персонала предприятия является одним из важных факторов снижения аварийности, а также снижения производственного травматизма. Одним из эффективных является такой тренажер как тренажер автоматизированного рабочего места бурильщика Transas Shore Based 6000 Drilling simulator предназначен для обучения и повышения квалификации буровых специалистов, инженерного и административного персонала нефтегазодобывающих предприятий. Тренажер автоматизированного рабочего места бурильщика дает необходимый объем знаний о физических процессах, протекающих в скважине. Другой пример. Тренажер-имитатор бурения АМТ-231КБ – кресло бурильщика предназначен для обучения буровых бригад и инженерного персонала нефтегазодобывающих предприятий, персонала противofонтанных частей и студентов буровых специальностей. Тренажер выполнен в соответствии с требованиями опубликованными на сайте International Well Control Forum (IWCF) и настоящих Правил промышленной безопасности на объектах нефтяной и газовой промышленности. Тренажер может использоваться как автономно, так и совместно с полнокомплектным тренажером-имитатором бурения «АМТ-231». Следует отметить, что развитие микродвижений следует отрабатывать не только при развитии профессиональных навыков, но и для тренингов по действиям персонала в аварийных ситуациях. В этом случае особое

внимание обращается на финансовую сторону снижения производственного травматизма. Например, «за 11 месяцев 2020г. сумма произведенных выплат пострадавшим и лицам, имеющим право на получение возмещение вреда в связи с гибелью работников в результате несчастного случая, составила 11 млн. 636 тысяч рублей». По сравнению с общей цифрой, выплаченной государством на получение возмещение вреда в связи с гибелью работников в результате несчастного случая стоимость тренажеров не представляется значительной (табл.6.1).

Таблица 6.1. Стоимость тренажеров:

Компьютерный тренажер по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций (ПТБ).	100 000
Компьютерный тренажер «Открытое фонтанирование скважины».	170 000
Компьютерный тренажер «Действия персонала при обнаружении аварийной ситуации».	130 00

Установлено, что для снижения влияния человеческого фактора на аварийность обосновано более активное применение имитационных и тренажерных систем, что позволит: - показывать работникам предприятий обстоятельства и причины несчастных случаев; - проводить более эффективно проверки знаний, умений и навыков.; - проводить более эффективно сертификацию и аттестацию персонала, что не позволяет персоналу просто «зазубрить» известные ответы; - воспроизводить конкретные ситуации на конкретных производственных объектах и пр.

Глава 7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время эффективная разработка мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций на объекте промышленного производства компании ТФ АО «ССК» играет огромную роль. Своевременное предупреждение об авариях на предприятии, позволяет избежать негативные последствия.

В данный момент времени потенциальными потребителями услуг в сфере по разработке мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций выступают заводы, крупные организации, а также юридические лица.

Для определения категории сегментирования, необходимо определить категорию потребителей, в данном случае категорией сегментирования будут являться: буровые установки, количество пробуренных метров, AISC.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок выбранных объектов, и провести сегментирование.

Поскольку выбранный объект занимается бурением скважин, возьмем другие компании и сравним их.

	Вид недропользования		
	Буровые установки	Количество пробуренных метров	AISC
ТФ АО «ССК»			
ООО ТБНГ			
ООО БСК Гранд			

Рисунок 7.1 – Карта сегментирования рынка услуг буровых работ



Форма «С»



Форма «И»



Форма «L»

Стоит заметить, что привлекательной в будущем остается ниша рудника «Lefa», которая в будущем будет расширять недропользование своей страны.

7.2 Анализ конкурентных технических решений.

Анализ конкурентных разработок, существующий на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынок прибывает в постоянном движении и никогда не стоит на месте. Данный анализ поможет внести коррективы в научное исследование, чтобы успешно противостоять своим соперникам. За важнейшим аспектом анализа стоит реалистичная оценка сильных и слабых сторон конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 7.1. – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно способность		
		Б ₀	Б ₁	Б ₂	К ₀	К ₁	К ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,030	4	4	5	0,12	0,12	0,15
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,002	5	3	5	0,01	0,006	0,01
3.Помехоустойчивость	0,012	5	4	5	0,06	0,07	0,06
4.Энергоэкономичность	0,021	5	5	4	0,105	0,105	0,084
5.Надежность	0,123	4	4	5	0,492	0,492	0,615
6.Уровень шума	0,011	3	3	4	0,033	0,033	0,044
7.Безопасность	0,181	4	4	5	0,724	0,724	0,905
8.Потребность в ресурсах памяти	0,018	5	3	4	0,09	0,054	0,072
9.Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,024	5	4	5	0,12	0,096	0,12
10.Простота эксплуатации	0,14	5	4	5	0,7	0,56	0,7
11.Качество интеллектуального интерфейса	0,10	5	5	5	0,5	0,5	0,5
12.Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,017	5	4	5	0,085	0,068	0,085
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,028	5	4	4	0,14	0,112	0,14
2.Уровень проникновения на рынке	0,09	5	4	5	0,45	0,36	0,45
3.Цена	0,012	4	3	5	0,048	0,036	0,06
4.Предполагаемый срок эксплуа-	0,032	5	3	4	0,16	0,096	0,128

тации							
5.Послепродажное обслужива- ние	0,08	5	5	4	0,4	0,4	0,32
6.Финансирование научной раз- работки	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,3
7.Срок выхода на рынок	0,006	4	3	5	0,024	0,018	0,03
8.Наличие сертификации разра- ботки	0,018	5	5	5	0,09	0,09	0,09
Итого	1	93	78	94	4,623	4,159	5,671

Критерии для сравнения и оценки рерурсоэффективности ресурсосбе-
режения, приведенные в табл. 1, подбираются исходя из выбранных объектов
сравнения с учетом технических и экономических особенностей разработки,
создания и эксплуатации.

Несмотря на имеющиеся недостатки проводимое исследование говорит
о том, что анализируемое предприятие способно заинтересовать партнёров и
инвесторов, завоевать доверие потребителей, так как технические решения
отличаются от высоких качеств, предприятие обладает широким спектром
мероприятий и нестандартным набором свойств, интересующих покупателя.

7.3 SWOT-анализ

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

Таблица 7.2. – Матрица SWOT

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1-Беспрерывная работа производства С2-Высокие показатели ка- чества продукции С3-Качественное оборудо- вание С4-Экологичность С5-Система мотивации ра- ботников с помощью пре- мий	Сл1-Недостаток рекламы Сл2-Нестабильная эконо- мическая ситуация в стране Сл3-Негативные действия со стороны конкурентов Сл4-Недобросовестные по- ставщики Сл5-Дефицит кадров
Возможности В1. Разорение и уход кон- курентов В2. Выход на новые сег-	Расширение производства. Выход на новые сегменты рынка, с помощью пониже- ния цен, также это будет	Расширение секторов услуг позволит получать больш- ую прибыль у устранить проблемы

менты рынка В3. Внедрение инноваций В4. Повышение стоимости конкурентных производств В5. Расширение сектора производства	огромной возможностью вытеснения конкурентов.	
Угрозы У1-Появление новых предприятий У2-Задержка финансирования У3-Высокий уровень налогов У4-Нерентабельность продукта У5-Понижение и повышение валюты	Удержание высоких позиций на рынке и функциональная мощность позволит погасить конкурентов, а низкая стоимость и экологичность разработок превысит запросы в иностранных компаний	С помощью повышения послепродажного обслуживания пытаться завоевать доверие потребителей, тем самым повысить спрос на новые технологии.

Для проведения стратегических измерений построим интерактивную матрицу проекта.

Таблица 7.3. – Интерактивная матрица проекта

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

7.4 Структура работ в рамках научного исследования

Структура работы в рамках научного исследования по теме «Разработка мероприятий, направленных на повышения безопасности проведения производственного аудита» для опасного производственного объекта ТФ АО «ССК» представлена в (табл. 7.4)

Таблица 7.4. – Перечень этапов работ, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
Основной этап	3	Изучение литературы по теме исследования	Студент
	4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	5	Написание теоретической	Студент

		части ВКР	
	6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение практической части ВКР	Студент
Заключительный этап	8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление ВКР	Студент

7.5 Определение трудоемкости выполнения работы

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}; \text{чел. – дн}$$

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

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-ого этапа работы:

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь: 3,4,5,7 и 9 этапы.

7.6 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности. Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

Коэффициент календарности в 2022 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 182} = 1,99$$

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях:

$$T_{k1} = 1 \cdot 1,99 = 2 \text{ кал. дн}$$

Таблица 7.5. – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоемкость работ			Исполнителя	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
		t_{min}	t_{max}	t_{oji}			
1	Выбор и утверждение темы исследования	1	2	1,4	Научный руководитель, студент	1	2
2	Составление календарного плана графика	2	3	2,4	Научный руководитель, студент	1	2

	выполнения ВКР						
3	Изучение литературы по теме исследования	6	12	8,4	Студент	9	18
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	16	24	19,2	Студент	19	38
5	Написание теоретической части ВКР	10	14	11,6	Студент	12	24
6	Подведение промежуточных итогов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	2
7	Выполнение практической части ВКР	2	21	9,6	Студент	10	20
8	Оценка и анализ полученных результатов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	2
9	Оформление ВКР	12	20	15,2	Студент	15	30

На основе построен календарный план-график. График был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы с разбивкой по месяцам и 70 декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы студента и руководителя выделены черным и серым цветом.

Таблица 7.6. – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Название	Исполнителя	Т _{кi} кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февр		Март			Апрель			Май			И ю	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент	2	■												
2	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	2		■											
3	Изучение литературы по теме исследования	Студент	18			■	■									
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент	38				■	■	■							
5	Написание теоретической части ВКР	Студент	24						■	■						
6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент	2								■					
7	Выполнение практической части ВКР	Студент	20								■	■	■			
8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	2										■			
9	Оформление ВКР	Студент	30										■	■	■	



Студент



Научный руководитель

7.7 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

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

- Затраты на оборудование
- Материальные затраты

- Заработная плата сотрудников
- Затраты страхования
- Затраты на дополнительные заработные платы (премиальные).

Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в (табл.7.7).

Таблица 7.7. – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, (З _м), тг.
Карандаш	Шт.	2	8,62	17,27
Ручка	Шт.	5	41,38	206,9
Бумага	Шт.	200	0,96	192
Картридж	Шт.	1	517,25	517,25
Ластик	Шт.	1	8,62	8,62
Файловый лист	Шт.	20	1,73	34
Выделитель	Шт.	2	34,48	68,96
Точилка	Шт.	1	13,8	13,8
Итого:				1058,44

Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены в табл. 7.8.

Таблица 7.8. – Расчет затрат на оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость в руб.	Амортизационные отчисления
Компьютер, в т.д	1	85343,9	3879,37
Системный блок	1	51724,14	1835,04
Монитор	1	24137,93	911,07
Манипулятор-мышь	1	2586,21	39,73
Клавиатура	1	6896,55	141,4
Сетевой фильтр	1	862,1	2,15
Принтер	1	7758,62	155,38
Итого		93965,52	6964,14

Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} + T_p$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, тг.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

Таблица 7.9. – Баланс рабочего времени

Показатель рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дне: -выходные дни	118	183
-праздничные дни		0
Потери рабочего времени:		

Отпуск	28	48
Выходные по болезни	7	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	126

Месячный должностной оклад работника:

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

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

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

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{м}} = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 41990$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$З_{\text{м}} = 15000 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 27300$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_{\text{р}} = 8$ раб. дней

Студент: $T_{\text{р}} = 138$ раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 2850 \cdot 8 = 22800 \text{ руб}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{осн}} = 1950 \cdot 138 = 269100 \text{ руб.}$$

Таблица 7.10 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студент

Исполнители	$З_{\text{те}}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$ раб.	$З_{\text{дн}}$ руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$З_{\text{осн}}$ руб.
Научный руководитель	19000	0,3	0,4	1,3	41990	2850	8	22800
Студент	13000	0,2	0,2	1,3	27300	1950	138	269100

Итог $Z_{\text{осн}}$	291900
---	---------------

Дополнительная заработная плата НИП

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

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

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 22800 = 3420$$

Дополнительная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 269100 = 40365$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,15;

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

Таблица 7.11. – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Научный руководитель	Студент
Основная зарплата	22800	269100
Дополнительная зарплата	3420	40365
Итог, руб.	335685	

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2022 год в соответствии с Федеральным законом №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2% (п.1 ст. 58).

$$З_{внеб} = 0,30 \cdot (291900 + 43785) = 83072 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

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

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 8) \cdot k_{нр}$$

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

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 18%.

$$З_{накл} = (1058,44 + 291900 + 43785 + 83072) \cdot 0,18 = 75567 \text{ руб.}$$

3.7 Формирование бюджета затрат НИП

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат проекта. В (табл. 7.12) отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 7.12. – Расчет бюджета затрат НИП

Наименование	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	1058,44	Пункт 3.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	291900	Пункт 3.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате	43785	Пункт 3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	83072	Пункт 3.4

5. Накладные расходы	75567	Пункт 3.5
6. Бюджет затрат НТИ	495385,44	Сумма пунктов

Для выполнения данной исследовательской работы необходимо провести ключевых 9 этапов, позволяющие построить диаграмму Ганта, которая наглядно отражает продолжительность исследования. Общая продолжительность исследования составила 138 дня. Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 495385,44 рубль

8 Социальная ответственность

8.1 Правовые нормы трудового законодательства

В связи с удаленным географическим расположением месторождений от близлежащих населенных пунктов, для персонала установлен режим работы вахтовым методом согласно ТК РФ гл.47 ст. 297.

При вахтовом методе организации работ устанавливается суммированный учет рабочего времени.

Рабочее время и время отдыха в пределах учетного периода регламентируются графиком работы на вахте, который утверждается администрацией Филиала с учетом мнения профсоюзного комитета и доводится до сведения работников не позднее чем за 2 месяца до введения его в действие. С учетом длительности производственного процесса, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема оказываемых услуг, в Компании могут приниматься графики сменности. Графики сменности составляются на год и доводятся до сведения работников не позднее чем за один месяц до введения их в действие. Время нахождения в пути к месту работы и обратно в норму рабочего времени не включается. Продолжительность ежедневной работы (смены) не должна превышать 12 часов.

Защита персональных данных осуществляется в соответствии со ст. 86, гл. 14 ТК РФ в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина при обработке персональных данных работника должна соблюдать следующие общие требования:

- Обработка персональных данных может осуществляться исключительно в целях обеспечения соблюдения законов и иных нормативных правовых актов, содействия работникам в трудоустройстве, обучении и продвижении по службе, обеспечения личной безопасности работников, контроля количества и качества выполняемой работы и обеспечения сохранности имущества.

- При определении объема и содержания, обрабатываемых персональных данных Компания должна руководствоваться Конституцией Российской Федерации, Трудовым кодексом Российской Федерации и иными федеральными законами.

- При принятии решений, затрагивающих интересы работника, Компания не имеет права основываться на персональных данных работника, полученных исключительно в результате их автоматизированной обработки или электронного получения.

- Защита персональных данных работника от неправомерного их использования или утраты обеспечивается Компанией за счет средств в порядке, установленном Федеральным законом.

- Сотрудники и/или их представители должны быть ознакомлены под роспись с документами Компании, устанавливающими порядок обработки персональных данных работников, а также об их правах и обязанностях в этой области.

- Во всех случаях отказ работника от своих прав на сохранение и защиту тайны персональных данных недействителен.

Согласно ТК РФ, персонал на ОПО, ежемесячно к заработной плате, начисляемой рабочим по тарифным часовым ставкам, ИТР согласно установленного оклада за фактически отработанное время, каждый получает соответствующие выплаты: стимулирующие доплаты, связанные с режимом и условиями труда, районный, северный коэффициенты, работа в сложных климатических условиях, ночное время, многосменный режим и др.

Компенсационные выплаты и надбавки, входящие в заработную плату:

Доплата работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, выплачивается за фактически отработанное время в данных условиях. Размер доплаты работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается для каждой должности и

профессии по результатам специальной оценки условий труда (СОУТ). При улучшении условий труда, что отражается в результатах СОУТ, размер доплат может быть уменьшен или отменен.

За работу в ночное время (с 22 часов вечера до 6 часов утра) устанавливается доплата за каждый час работы в ночное время в размере 40% от установленного оклада, рассчитанного за час работы.

Привлечение работника к работе в выходные и нерабочие праздничные дни (за исключением работников, работающих вахтовым методом либо в соответствии с установленным графиком сменности) производится с их письменного согласия и с учетом мнения выборного органа профсоюзной организации. Работа в выходные и нерабочие праздничные дни оформляется приказом по Компании, Филиалу.

Оплата за работу в выходные и нерабочие праздничные дни производится в соответствии со ст. 153 ТК РФ. Доплата за работу в выходные дни (за исключением работников, работающих вахтовым методом либо в соответствии с установленным графиком сменности) устанавливается в размере 100% тарифной ставки за фактически отработанное время. Доплата за работу в нерабочие праздничные дни устанавливается в размере 100% тарифной ставки за фактически отработанное время.

Оплата сверхурочных работ производится за первые два часа в полуторном размере, последующие часы – в двойном размере по тарифной ставке. По желанию работника сверхурочная работа вместо повышенной оплаты может компенсироваться предоставлением дополнительного времени отдыха согласно ст. 152 ТК РФ.

Оплата простоев производится в соответствии со ст. 157 ТК РФ.

Работникам, выполняющим работы вахтовым методом по графику сменности с разъездным характером работ или работающим по пятидневной рабочей неделе с разъездным характером работы, за каждый календарный

день пребывания в местах производства работ, а также за фактические дни нахождения в пути от места нахождения предприятия (пункта сбора) к месту работы и обратно, в соответствии с ТК РФ, выплачивается взамен суточных надбавка за вахтовый метод, разъездной характер работы в размере 600 рублей.

8.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

При рассмотрении ГОСТ 12.2.106-85 можно выделить несколько основных положений для работы на буровой установке.

Машины и механизмы должны обеспечивать максимальную механизацию и автоматизацию основных и вспомогательных производственных операций, снижение тяжести и напряженности труда и соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91.

Системы управление, расположение и компоновка пульта, органов управления индикаторов должны соответствовать анатомо-физиологическим особенностям человека. ГОСТ 22269-76.

Рабочее место должно быть максимально защищено от воздействия неблагоприятных факторов и обеспечивать достаточный обзор рабочей зоны.

8.3 Производственная безопасность

При выполнении работ буровая установка является самым опасным местом на объекте и необходимо учитывать все опасные и вредные факторы, влияющие на персонал. Рассмотрим основные неблагоприятные факторы.

В таблице 8.1 предоставлены возможные опасные и вредные факторы.

Таблица 8.1 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте бурильщика эксплуатационного и разведочного бурения

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
Опасные факторы	Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего;	Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 16.01.2020 №782н об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте
	Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты;	
	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;	ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
	Движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего;	
	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
Вредные факторы	Повышенный уровень общей и локальной вибрации	ГОСТ 30296-95 Аппаратура общего назначения для определения основных параметров вибрационных процессов.
	Повышенный уровень шума	ГОСТ ISO 9612-2016 Измерения шума для оценки его воздействия на человека
	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;	СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
	Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
	Длительно сосредоточенное наблюдение	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
	Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха.	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания

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

Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего

На рабочей площадке буровой установки возникает риск падения с высоты посторонних предметов, таких как мазут с талевого каната, буровой раствор и инструмент, это связано с постоянным нахождением работника в зоне проведения спуско – подъемных операций, над талевой системой буровой установки, а также при работе в люльке верхового, падение пальцев и металлических предметов. Действие фактора: риск получения ушибов, переломов конечностей, смертельный исход. Меры профилактики: обязательная страховка подручного инструмента, запрет работы на разных уровнях по высоте, выдача наряда допуска при работе на высоте, обозначение опасных мест знаками безопасности, установка защитных ограждений, использование средств индивидуальной защиты – каски, проведение инструктажей по охране труда, обучение безопасным методам производства работ на высоте.

Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты

Источник возникновения фактора: скользкие поверхности пола, образовавшиеся в результате разливов и протечек технических жидкостей (бурового раствора), малозаметные препятствия на роторном столе, отсутствие ограждения проема подачи бурильного инструмента на роторный стол. Действие фактора: риск получения ушибов, переломов конечностей, смертельный исход. Меры профилактики: уборка разливов жидкостей с пола, устранение малозаметных препятствий, обозначение опасных мест знаками безопасности, ограждение опасной зоны, использование средств индивидуальной защиты – каски, проведение инструктажей по охране труда, выдача наряда допуска при работе на высоте.

Условия труда по опасному фактору - действие силы тяжести на рассматриваемом объекте соответствуют нормам.

Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой технологического оборудования, способных вызвать ожоги тканей организма человека

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, должна быть обеспечена защита работающих от возможного перегрева и охлаждения: системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, помещения для отдыха и обогрева, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, регламентация времени работы и отдыха и т.п. В целях профилактики тепловых травм температура наружных поверхностей технологического оборудования или ограждающих его устройств не должна превышать 45°C, также необходима установка предупредительных плакатов, обозначение опасных мест сигнальным цветом и установка ограждающих устройств.

Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы;

В связи с производством работ в районах крайнего севера, на болотистых местностях в лесных массивах присутствует вред от укусов насекомых. Для исключения данного фактора необходимо, запретить самовольного покидания участка ведения буровых работ, выдача специализированных СИЗ, энцефалитных костюмов, ежегодное прививание персонала от энцефалита, использование защитных кремов, спреев и масел.

Движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (движущиеся машины и механизмы)

Причинами ударов по телу работающего служат движущиеся машины и механизмы. Они могут возникнуть вследствие невнимательности работающего персонала или нарушения технологического режима, все это может повлечь травмирование или смертельный исход. Основным требованием к конструкции оборудования является надежность обеспечения безопасности возможности осмотра и своевременный ремонт. Также для снижения травматизма используются такие мероприятия как установка ограждений и предупреждающих знаков. Условия труда по опасному фактору – движущиеся машины и механизмы на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Для электробезопасности проводятся различные инструктажи, своевременное и качественное проведение технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, модернизации и реконструкции электроустановок, учет, рациональное расходование электрической энергии и проведение мероприятий по энергосбережению. Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно - 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8 В и 1 м (не более 10 мин в сутки). Условия труда по опасному фактору – действие электрического тока на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

Статическое электричество

При работе с органическими соединениями и диэлектрическими материалами возможно образование статического электричества. 67 Согласно ГОСТ 12.1.045-84 на рабочем месте такие меры безопасности, как заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования; увеличением поверхностной и объемной проводимости диэлектриков; ограничение пребывания персонала у источников электростатических полей, влажная уборка помещений.

Короткое замыкание

Чаще всего причинами короткого замыкания являются нарушение изоляции проводов, механические повреждения внутри цепи, нарушение правил эксплуатации электроприбора. На основании ГОСТ 12.1038-82 на рабочем месте применяются такие меры предосторожности, как использование предохранителей, автоматических выключателей, устройств защитного отключения.

Повышенный уровень общей и локальной вибрации

Воздействие вибраций в проекте прогнозируется в допустимых пределах, что достигается применением серийного сертифицированного оборудования, проектными решениями по его размещению, мероприятиями по минимизации вибраций и ограничением времени нахождения персонала в зоне воздействия.

Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими нормы согласно ГОСТ 30296-95 более чем на 12 дБ (в 4 раза), по интегральной оценке, или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Уменьшение вибрации достигается мероприятиями технического, организационного, санитарно-гигиенического и профилактического характера:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- виброизоляция;
- вибродемпфирование;

- виброгашение;

Средства индивидуальной защиты:

- для рук – рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки

- для ног – спец. обувь, подметки, наколенники

- для тела – пояса, нагрудники, спец. костюмы.

При использовании виброопасных ручных инструментов работы следует проводить с применением режимов труда, которые должны обеспечивать:

- общее ограничение времени воздействия вибрации в течение рабочей смены;

- ограничение длительности непрерывного одноразового воздействия вибрации;

- использование регламентированных перерывов для активного отдыха и лечебно-профилактических процедур.

Регламентированные перерывы продолжительностью 20 и 30 минут устраивают через 1-2 часа после начала смены и через 2 часа после обеденного перерыва.

Повышенный уровень шума

Шум на рабочем месте возникает в процессе работы бурового оборудования. В соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9612-2016 постоянный производственный шум не должен превышать уровень звука в 80 дБА для данного вида работ. Мероприятия по устранению вредного воздействия включают в себя использование СИЗ (наушники, вкладыши), а также проводить плановые ремонты, смазки.

Отсутствие или недостаток искусственного освещения

Освещение рабочих мест должно отвечать требованиям, изложенным в СНиП 23-05-95*. Освещение должно быть постоянным во времени, без пульсации, иметь спектр, близкий к естественному.

Согласно нормам искусственного освещения, нормируемая освещенность в кабине бурильщика должна составлять 150 лк.

Рекомендуется порядок мероприятий по устройству освещения: определение площади, подлежащей освещению, площади наибольшей концентрации работ; установление нормы освещенности поля зрения в зависимости от разряда зрительных работ; выбор системы освещения; выбор источников света и расчета их необходимого количества; выполнение проекта распределения осветительных средств с учетом параметров их установки и необходимости обеспечения равномерного распределения светового потока.

Условия труда по вредному фактору - отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Среднегодовая температура воздуха минус 25°C, среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца – января, минус 45°C, а самого жаркого – июля плюс 39°C. Абсолютный минимум температуры приходится на январь – минус 53 °C, абсолютный максимум – на июнь-июль – плюс 42 °C. Продолжительность периода с отрицательной температурой в районе метеостанции Парабель до 243 суток. Расчетная температура самой холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 составляет минус 46°C, обеспеченностью 0,98 – минус 49°C. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца составляет 9,9°C, наиболее теплого – 10,4 °C. Преобладающими направлениями ветров в течение года являются ветры южного, юго-западного, северо-западного и северного направлений. Средняя годовая скорость ветра составляет 6,2 м/с, за январь – 6,8 м/с, за июль – 5,4 м/с. Повторяемость штилей в течение года составляет порядка 10%. В холодное время года сотрудникам должна быть выдана специальная теплая одежда. Трудовая деятельность на открытом воздухе прекращается: при температуре минус 40 °C и ниже, при силе ветра до 6 м/с; При температуре минус 35 °C и

ниже, при силе ветра 6-12 м/с; При температуре минус 30 °С и ниже, при силе ветра более 12 м/с. Прекращение работ на открытом воздухе оформляется распоряжением администрации. Работникам при прекращении работы на открытом воздухе разрешаются объезды территории, осмотр объектов и аварийные работы. При работах на открытых местностях следует предусмотреть места обогрева персонала и перерывы в работе, не менее 30 минут, каждые 2 часа.

Длительное сосредоточенное наблюдение

Опасность длительного наблюдения заключается в снижении внимания к процессу производства, быстрой утомляемости и снижении интереса к трудовому процессу, что влияет на безопасность труда в целом. Особое значение это имеет на сложных производствах или производствах с вредными условиями труда, где аккуратность и внимание имеют решающее значение. Поэтому решающее значение имеет и неукоснительное соблюдение техники безопасности труда. Мероприятия по борьбе с монотонностью включают:

- 1) рациональную организацию трудового процесса;
- 2) повышение заинтересованности работника рабочим заданием;
- 3) обеспечение наглядной результативности труда для работника;
- 4) привлечение машин для облегчения труда работников;
- 5) чередование трудовой деятельности;
- 6) возможность эстетического оформления рабочего места;
- 7) установление оптимальной продолжительности труда;
- 8) разработку системы материальных и моральных стимулов.

В соответствии с Р 2.2.2006-05. 2.2. на рабочем месте разработаны мероприятия по борьбе с монотонностью и включают в себя: рациональную организацию трудового процесса; чередование трудовой деятельности; привлечение машин для облегчения труда

Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха

Для соблюдения требований ГОСТ 12.1005-88 содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно-допустимых концентраций. Мероприятия по устранению вредного воздействия включают в себя использование коллективных средств защиты (вентиляция) в соответствии с требованиями СП 60.13330.2016. СИЗ органов дыхания - респираторы и противопыльные тканевые маски по ГОСТ 12.4.041-2001 ССБТ.

8.5 Экологическая безопасность

Экологической безопасности в нефтяной сфере уделяется большое внимание. В процессе бурения, к кусту «привязан» эколог, контролирующий соблюдения всех норм экологической безопасности.

Так же в проектировании процесса углублении скважины предпринимаются меры по предупреждению ГНВП и ГРП. Основные осложнения, способствующие загрязнению. ГНВП – загрязнение территории вокруг скважины нефтью, газом, буровым раствором, а при ГРП возможно загрязнение близлежащих вод.

8.6 Селитебная зона

Принимая во внимание удаленность крупных промышленных объектов от участков строительства, и учитывая фактор рассеивания вредных веществ в воздушных потоках, можно сделать вывод о том, что источники выбросов загрязняющих веществ в период строительства кустовой площадки не оказывают значимого влияния на фоновое состояние атмосферного воздуха рассматриваемой территории.

Территория проектируемого строительства располагается вдали от селитебных зон, поэтому воздействие атмосферного воздуха при строительных работах на население будет сведено к минимуму. Удалённость месторождения от населённых пунктов, равнинность территории создают благоприятные условия для рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосфе-

ры.

При установлении СЗЗ следует учитывать требования ОНД-86, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 и методического пособия. В соответствии с классификацией СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, производство относится к 3 классу опасности с необходимыми размерами санитарно-защитной зоны (СЗЗ) 300 м.

Проведенный анализ приземных концентраций вредных веществ при регламентной эксплуатации оборудования позволяют предположить, что объект разведочного бурения не окажет существенного негативного воздействия на атмосферный воздух

8.7 Защита атмосферы

О основным источником выбросов в атмосферу неблагоприятных газов в процессе бурения являются ДВС, техника и специальные агрегаты. Но они не так сильно сказываются на загрязнение, как аварийные ситуации при строительстве скважины. При нарушении правил ПБНГП может произойти ГНВП и впоследствии открытое фонтанирование с выбросом нефти, газа, бурового раствора.

Для избегания данной ситуации, в процессе проектирования, под каждую скважину рассчитывается своё противовыбросовое оборудование, которое предотвращает выброс содержимого скважины на поверхность.

8.8 Защита гидросферы

Основным возможным и наиболее опасным загрязнением гидросферы, является загрязнение подземных вод различными растворами. Для предотвращения загрязнения, в процессе проектирования и бурения скважины, по правилам ПБНГП, поддерживают давление в скважине, не превышающей давление гидроразрыва, из-за которого и может произойти утечка растворов и флюида в близлежащие подземные воды.

Также согласно ГОСТ 17.1.3.12-86, запрещено сбрасывать сточные воды на рельеф. Для этого сооружаются специальные амбары, используют специальную технику, для выкачки и вывоза и дальнейшей утилизации

сточныхвод, использованного бурового раствора и прочего.

8.9 Защита литосферы

Основными требованиями к обеспечению защиты литосферы и геологической среды при проектировании, строительстве и эксплуатации скважины является разработка и выполнение профилактических и организационных мероприятий, направленную на охрану недр.

Исследованиями установлено, что в процессе бурения и эксплуатации нефтегазовых месторождений создаются условия для нарушения экологического равновесия недр. Длительная практика заводнения продуктивных пластов на нефтяных месторождениях приводит к тому, что увеличивается содержание сероводорода в нефти, в пластовых водах и газе и это способствует снижению проницаемости пластов. Этот процесс быстро развивается в случаях, когда для заводнения используются пресные или маломинерализованные воды.

Неизбежное разрушение земной поверхности при различном строительстве, прокладке трубопроводов, множестве грунтовых дорог становится причиной развития промоин, оврагов, разрушения защитного почвенно-растительного слоя - это приводит к усилению дефляции, возникновению пыльных бурь.

Естественное восстановление нарушенных и загрязненных нефтепродуктами почв происходит очень медленно. Поэтому применяются методы рекультивации, которые основываются на удалении нарушенных или загрязненных горизонтов, нанесении на поверхность плодородного почвенного слоя.

8.10 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация на БУ может быть вызвана технологическими, техническими, человеческим фактором и при природных катаклизмах. Основные аварии при которых складывается такая ситуация: ГНВП (открытое фонтанирование, грифоны), пожар, взрыв, падение буровой. По статистике самым опасным и распространенным осложнением является ГНВП с

последующим фонтанированием, которое уже может повлечь за собой последующие перечисленные аварии. ГНВП относится к техногенной чрезвычайной ситуации.

Причины, по которым может произойти ГНВП: ошибки в расчетах и приготовлении бурового раствора, жидкости глушения, отсутствие контроля уровня жидкости в скважине и в колонне.

В случае открытого фонтанирования, буровая бригада обязана покинуть БУ. Дальнейшие действия по ликвидации аварии берет на себя бригада КРС.

Методы по предупреждению ГНВП: правильный выбор конструкции скважины; контроль и поверка ПВО, регулярные контрольные опрессовки ПВО; вывешивание плакатов, предупреждающих о вскрытии продуктивного пласта; выполнение проектных параметров бурового раствора; контроль качества цементирования; тренировки и инструктажи с персоналом (проведение учебной тревоги «Выброс»).

8.11 Вывод

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрено рабочее место бурильщика ЭРБ и выявлено, что фактические значения потенциально возможных факторов соответствуют нормативным значениям.

Категория помещения по электробезопасности, согласно ПУЭ, соответствует 1 категории (помещение без повышенной опасности). Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности – категория Д (пониженная пожароопасность). Категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду – IV категория.

Операторам кранов с электрическим приводом присваивается квалификационная группа по электробезопасности не ниже II, а допущенным к осмотру и регулировке электрооборудования не ниже III. Его класс условий труда соответствует 3.2 (вредные условия труда 2 степени).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно приложениям 1 и 2 к Федеральному закону от 21 июля 1997 г., № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» с изменениями на 31.12.2014 г. исследуемый объект относится к опасному производственному объекту, не требующему разработки декларации промышленной безопасности.

Уровень риска, определенный в результате количественного анализа индивидуального и социального рисков, соответствует требованиям пункта 1.2. ГОСТ Р 12.3.047-2012 и пункта 1 статьи 93 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности и считается приемлемым.

Проведенным в подразделе 4.6. расчетом установлено, что объект строительства – скважина и оборудование, задействованное при строительстве скважин находится вне зоны значительных разрушений (ситуационный план кустового основания, таблицы 4.4, 4.5). Любой из сценариев аварий связанных с разгерметизацией емкостей не имеет дальнейшего развития. Объект может быть признан устойчивым к воздействию поражающих факторов при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Формирование системы управления безопасностью труда является необходимым условием для обеспечения эффективной деятельности промышленных предприятий, а именно: достижение успеха в снижении опасных и аварийных ситуаций является результатом сотрудничества работодателя и работников. Для повышения безопасности и улучшения условий труда к работникам могут применяться поощрения за активное участие и инициативу в осуществлении мероприятий по снижению опасных ситуаций, проводиться обучение и инструктажи по вопросам обеспечения безопасности труда. Для своевременного выявления, предупреждения, ликвидации и нейтрализации угроз на промышленных предприятиях разрабатывается система безопасности труда, в которой прописываются функции, задачи и объекты управления, их взаимодействие.

Бурение скважин – это технически очень сложный процесс. Если при бурении скважины случается какое-либо чрезвычайное происшествие, в первую очередь, это говорит о нарушениях, о том, что при выполнении работ не соблюдались правила безопасности либо организация работ, была проведена не должным образом.

В данном квалификационном исследовании были изучены общие требования к безопасности на объектах бурения. Было установлено, что перечень требований достаточен для обеспечения безопасности. Анализ деятельности АО «ССК» в области обеспечения промышленной безопасности показал ее удовлетворительный уровень. С целью выявления основных причин анализ в процессах бурения скважин был проведен анализ состояния несчастных случаев при бурении скважин по состоянию с 2016 по 2020 гг. Было проведено моделирование возможных сценариев развития ЧС при бурении нефтегазовых скважин и разработаны рекомендации по совершенствованию системы управления промышленной безопасности в АО «Сибирская Сервисная Компания».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурение нефтяных и газовых скважин. - URL: <http://www.geokniga.org/sites/geokniga/files/inbox/2655/burenie-neftyanyh-i-gazovyh-skvazhin.doc>). - Текст: электронный.
2. Основы нефтегазового промысла. - URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=3514>. - Текст: электронный.
3. Раздел о компании. - URL <http://www.sibserv.com/about>. - Текст: электронный.
4. Федеральный закон от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ (в ред. от 11.06.2021). [Электронный ресурс] – режим доступа к странице: <https://docs.cntd.ru/document/9046058>.
5. Федеральные нормы и правила от 15.12.2020 «Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности» № 534-ФНиП. [Электронный ресурс] – режим доступа к странице: <https://docs.cntd.ru/document/573230594>
6. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2020 году . - URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/%D0%93%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%20%D0%B7%D0%B0%202020%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf - Текст: электронный.
7. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Пожарная безопасность технологических процессов. [Электронный ресурс] – режим доступа к странице: <https://docs.cntd.ru/document/1200103505>

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

8. ГОСТ 8464-79 Натрий цианистый технический;

9. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;

10. ГОСТ Р 59943-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Системы мониторинга мостовых сооружений. Правила проектирования;

11. ГОСТ Р 56275-2014 Менеджмент рисков. Руководство по надлежащей практике менеджмента рисков проектов;

12. РД-09-251-98 "Положение о порядке разработки и содержании раздела "Безопасная эксплуатация производств" технологического регламента (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 18.12.1998 N 77) (ред. от 21.11.2002);

13. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022);

14. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания;

15. СП 2.4.3648-20 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах; 15. ГОСТ ИСО 2954-97 Вибрация машин с возвратно-поступательным и вращательным движением;

16. "СН 2.2.4/2.1.8.566-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы" (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 N 40);

17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий; 18. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера";

18. Прусова Н.В. Психология труда: учебное пособие / Прусова Н.В., Боронова Г.Х.. — Саратов: Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1773-0. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81046.html> (дата обращения: 29.04.2022);

19. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда;

20. Постановление правительства РФ от 28.12.2020 г. Об утверждении правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде;

21. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания;

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

23. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования; 25. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны; 26. Гост 12.4.317-2019 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты.