

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Экоаналитика и экозащита

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Организация работы по снижению негативного воздействия на
компоненты природной среды при бурении и эксплуатации скважин

Обучающийся

А.В. Красникова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.б.н., доцент, О.В. Мухортова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Выпускная квалификационная работа состоит из 50 страниц, 4 рисунков, 8 таблиц, 9 приложений, 25 источников литературы.

Ключевые слова: газ, нефть, скважина, буровая установка.

Объектом исследования является организация работы по снижению негативного воздействия на компоненты природной среды при бурении и эксплуатации скважин на месторождениях Таймырского полуострова.

Цель работы - ознакомление с нормативными документами и их требованиями в области охраны окружающей среды в нефтегазовой отрасли, определение метода повышения эффективности снижения вредного воздействия на окружающую среду при эксплуатации скважин. В процессе исследования рассмотрены разные способы добычи, проведены расчеты эксплуатации периодической и кратковременной.

Методологической базой исследования являются такие методы, как: метод анализа, синтеза, обобщения, аналогий.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования в практической деятельности АО «Норильсктрансгаз».

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	5
Перечень сокращений и обозначений.....	6
1. Характеристика производственного объекта.....	7
2. Анализ безопасности объекта	12
2.1 Анализ антропогенной нагрузки организации на компоненты окружающей среды	12
2.2 Анализ опасных и вредных материалов	18
2.3 Уровень различных производственных отходов, сточных вод.....	21
2.4 Анализ безопасности оборудования на окружающую среду при бурении и эксплуатации скважин	22
2.5 Анализ технологических проблем.....	26
3. Выработка рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса при бурении и эксплуатации скважин.....	28
4. Охрана труда.....	32
5. Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	38
6. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	41
Заключение	48
Список используемых источников.....	50

Введение

Нефтегазовая промышленность - это одна из ведущих отраслей промышленности Российской Федерации, она включает в себя добычу, переработку, производство, транспортировку и сбыт нефти - газопродукции. Газовая и нефтяная отрасль промышленности является важным звеном экономики, имеет большое влияние на экономическое развитие нашей страны и формирование топливно - энергетического баланса. По данным за 2021 год Россия экспортировала 229 млн. 998 тыс. т нефти, 199 млрд. м³ газа.

Экологические проблемы, связанные с добычей газа и нефти связаны с вредными выбросами в атмосферный воздух, загрязнением природной среды в близости от используемых сооружений.

Актуальность исследования определяется снижением углеродного следа добываемой продукции, минимизации травматизма и профессиональных заболеваний работников нефтегазовых компаний.

Техносферная безопасность напрямую связана с экологической безопасностью, на сегодняшний день экологическая ситуация в мире напряженная и продолжает вызывать опасения негативными тенденциями. Обусловлено это тем, что низкой экологической культурой и проблемами в развитии науки и техники. Неблагоприятные последствия изменений сразу сказываются на условиях жизни людей, с ростом численности населения увеличиваются объемы производства и добычи сырья, тем самым возрастает и негативное влияние на окружающую среду, в результате чего способность природы к самовосстановлению была подорвана. В этом и заключены истоки возникновения и обострения экологических проблем.

Целью работы является оценка негативного воздействия на компоненты природной среды и техносферной безопасности при бурении и эксплуатации скважин.

Термины и определения

Анализ - метод научного исследования путем рассмотрения отдельных сторон, свойств, составных частей чего-либо.

Атмосфера - сплошная воздушная оболочка Земли, состоящая из смеси газов, водных паров и пылевидных частиц.

Бурение - процедура разрушения горных пород специальной техникой, с последующим сооружением скважины.

Буровой шлам - горная порода, состоящая из продуктов разрушения горных пород, продуктов истирания бурового снаряда и обсадных труб, минералов.

Герметичность - способность препятствовать газовому или жидкостному обмену между средами.

Выбросы - вещества, поступающие в атмосферу из источника загрязнения.

Загрязнение - внедрение вредного вещества или материала в окружающую среду.

Мониторинг - постоянное наблюдение за какими - либо процессами для оценки и прогнозов их развития.

Отходы - остатки продуктов, образующиеся в процессе или по завершению определенной деятельности.

Природная среда - совокупность абиотических и биотических факторов, естественных и измененных в результате деятельности человеческого общества.

Скважина - цилиндрическая горная выработка, сооружаемая так, чтобы отсутствовал доступ туда человека.

Экологический контроль - меры по предотвращению и выявлению нарушения законодательства в области охраны окружающей среды.

Перечень сокращений и обозначений

ГОСТ - государственный стандарт

АО - акционерное общество

НПР - норильский промышленный район

ТиКРС - текущий и капитальный ремонт скважины

ФЗ - федеральный закон

ГКМ - газоконденсатное месторождение

ГМ - газовое месторождение

ГРС - газораспределительная станция

ПРС - пневматическая распределительная система

АБК - автоматический буровой ключ

ПДК - предельно допустимая концентрация

ОДК - ориентировочно допустимая концентрация

ПЭК – программа экологического контроля.

1. Характеристика производственного объекта

Объектом исследования является АО «Норильсктрансгаз», АО «Норильсктрансгаз» - дочернее общество ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

«Основная задача АО «Норильсктрансгаз» - это добыча, транспортировка газа, газового конденсата и нефти потребителям - предприятиям Заполярного филиала «Норникеля», АО «НТЭК» и промышленным предприятиям НПр и Дудинки. Фактический адрес объекта: Красноярский край, г. Норильск, площадь Газовиков Заполярья, д. 1.

В соответствии с ФЗ от 31.03.1999 № 69 - ФЗ «О газоснабжении в Российской Федерации» газотранспортная система АО «Норильсктрансгаз» относится к региональной системе газоснабжения.

Приоритетными направлениями являются добыча и подготовка газа, газового конденсата и нефти, обеспечение надежной и бесперебойной транспортировки:

- природного газа от месторождений АО «Норильсктрансгаз» (Северо - Соленинского ГКМ, Южно - Соленинского ГКМ, Мессояхского ГМ, Пеляткинского ГКМ) до газораспределительных станций ГРС - 1, 2, 3 (г. Норильск), ГРС - 4 (г. Дудинка) и далее по сетям газораспределения до потребителей НПр и города Дудинки,
- газового конденсата месторождений АО «Норильсктрансгаз» (Северо - Соленинского ГКМ, Южно - Соленинского ГКМ, Пеляткинского ГКМ) до резервуарного парка в г. Дудинка,
- метанола от резервуарного парка в п. Тухард до резервуарных парков месторождений АО «Норильсктрансгаз» (Северо - Соленинского ГКМ, Южно - Соленинского ГКМ, Мессояхского ГМ, Пеляткинского ГКМ),

– нефти от Пайяхского нефтяного месторождения до резервуаров нефтебазы г. Норильск (графическая часть А).

Общество также оказывает услуги по электро и теплоснабжению потребителей АО «Норильсктрансгаз», а также сторонних организаций п. Тухард и г. Дудинка.

На базе АО «Норильсктрансгаз» действует диспетчерская служба, осуществляющая оперативно - диспетчерское управление объектами всего газового комплекса.

Добыча и отделение газового конденсата осуществляется АО «Норильсктрансгаз» вместе с газом непосредственно на промыслах с последующей транспортировкой магистральной конденсатопроводной системой до резервуаров на территории г. Дудинка. Затем осуществляется перекачка газового конденсата в резервуары, которыми владеет Таймырская топливная компания.

Магистральная газопроводная система представлена участками Пелятка - Северо-Соленинское - Южно-Соленинское - Мессояха, имеющими по паре параллельно расположенных ниток, а также участком Мессояха - Норильск в трехниточном формате. Общая протяженность всех ниток - 1202 км.

В решении вопросов возведения магистрального газопровода нашел применение надземный вариант прокладки. При этом газопроводная сеть не уложена в траншею, а размещена на опорных сваях. Трубопроводная система размещается над поверхностью земли. Данный подход обусловлен, прежде всего, вечно мерзлыми породами. Их количество по всему протяжению трассы является очень существенным. Кроме того, немаловажное значение имеет возможность сохранения мерзлотного режима грунта.

Минимальный температурный режим транспортируемого продукта, зарегистрированный в соответствии с эксплуатационными данными диспетчерской, составляет 59 °С. Газопроводы изготовлены из холодостойкой стали. Они обладают повышенными свойствами прочности при низких

температурных режимах. Система состоит из трубных элементов диаметром 720 мм с компенсирующими зонами.

Магистральный газопровод проходит по речным руслам р. Енисей, р. Норильская, р. Большая и Малая Хета. Через речные русла были построены подводного типа переходы. Для таких дюкеров характерна прокладка трубопроводной системы в изоляции. Из-за установленных нагрузок на речном дне выполнено заглубление. У дюкеров есть необходимое количество запасных нитей. На большинстве дюкеров был проведен капитальный ремонт в части русла и поймы. Мероприятия по ремонту включали полную замену трубопроводных систем.

Обеспечение бесперебойной работы, функционирования предприятия и поставки газа потребителю является непрерывным процессом. По этой причине ключевая роль оперативного реагирования в чрезвычайных ситуациях принадлежит диспетчерской службе АО «Норильсктрансгаз». Контроль и управление эксплуатацией промыслового газа, систем энергоснабжения рыболовства, трубопроводов и трубопроводов конденсационного газа осуществляется с помощью специальной системы. Она управляется встроенной системой цифровой связи.

Скважинные продукты из отдельных или комбинированных скважин газопроводов направляются на установки по подготовке газа сразу на месторождениях.

Отсепарированный газ отправляется внутрь системы межпромысловых и магистральных газопроводных сетей. По указанным сетям осуществляется транспортировка продукта потребителям НПР.

Откачка газового конденсата по трубопроводной транспортной сети осуществляется на территории г. Дудинки. Дальнейшую транспортировку осуществляет танкерный флот Северного морского пути.

Переработка водной метанольной жидкости выполняется специальными установками, осуществляющими регенерацию метанола с Мессояхского ГМ. Этот подход обеспечивает выделение значительной части присутствующего

метанола, откачиваемого на территории месторождения и используемого для закачивания в скважину при необходимости предотвратить образование гидрата, негативно сказывающегося на работе скважины» [13].

Экологическую политику АО «Норильсктрансгаз», направленную на решение актуальных задач в условиях требований, указанных сегодня в действующем природоохранном законодательстве, характеризует выделение трех ключевых категорий мероприятий:

- организационный аспект с разработкой планов мероприятий по охране окружающей среды, с контролем выполнения планов и состояния экологических компонентов (лабораторные исследования), с ведением учета и отчетности, а также с работой с государственными инспекционными органами,
- технический аспект, связанный со строительством объектов по охране окружающей среды, техническим обслуживанием и капитальным ремонтом, эксплуатацией существующих объектов по охране окружающей среды, сбором и транспортировкой отходов производства и потребления вторичных ресурсов на очистные сооружения, технический ремонт и биологическая земля,
- экономический аспект с расчетом и уплатой обязательных платежей за негативное воздействие на окружающую среду, за изъятие земель из сельскохозяйственного производства, а также с налоговыми выплатами на природопользование и т. д.

Координационная деятельность в работе подразделений, контроль исполнения всех мероприятий в АО «Норильсктрансгаз» осуществляется Управлением технического контроля, а именно отделом по промышленной экологии. Функционирование подразделения основывается на действующем в настоящее время законодательстве и документации.

Таким образом, в исследовании анализируется деятельность АО «Норильсктрансгаз», которое является дочерним предприятием ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель». Ключевой задачей предприятия

является транспортировка газа и газового конденсата основным потребителем. Ввиду специфики деятельности, связанной с большим негативным воздействием на окружающую среду, на предприятии действует экологическая политика, целью которой является решение актуальных задач в условиях требований в соответствии с природоохранным законодательством. Среди ключевых мероприятий, которые реализует предприятие в области экологической политики, являются организационные аспекты, связанные с реализацией мероприятий по охране окружающей среды, технические аспекты, обусловленные строительством объектов по охране окружающей среды, а также экономические аспекты, связанные с расчётом и уплатой обязательных платежей за негативное воздействие на природу.

2. Анализ безопасности объекта

2.1 Анализ антропогенной нагрузки организации на компоненты окружающей среды

«Бурение нефтяных скважин - это трудоемкий процесс. В этом процессе необходимо постоянно обеспечивать безопасность работ. Исследования воздействия на окружающую среду должны проводиться на всех этапах, относящихся к процессу проектирования и эксплуатации месторождений. В особенности важна оценка загрязнения воздуха. На сегодняшний день правила предписывают обязательное проектирование санитарно-защитных зон. Проект опирается на оценки уровня загрязнения воздуха химическими соединениями и физическими факторами. При оценке воздействия на окружающую среду учитываются большое количество факторов. Они основаны состоянием окружающей среды в месте нахождения объекта исследования, источниками воздействия на окружающую среду и интенсивностью воздействия. Эта потребность обусловлена требованиями российского законодательства в области охраны окружающей среды при проектировании» [4].

Главнейшие источники воздействия на окружающую среду в условиях строительства и освоения скважин образуются буровыми и строительными работами, эксплуатируемым оборудованием, для буровых работ. Не малую роль играют системы водоснабжения, водоотведения, а также отопления и энергии. При разработке скважин возможные источники загрязнения: буровой шлам, сточные воды и продукты для испытаний скважин. Рекомендуется проанализировать воздействие разработки скважины во время каждого этапа. В период строительства скважины и последующего использования можно выделить ряд ключевых стадий. На каждой стадии отмечается различное воздействие на атмосферные слои.

Основные работы представлены:

- строительными-монтажными работами,
- бурением и креплением скважин,
- освоением/испытанием скважин,
- эксплуатацией скважин.

Стадия строительными-монтажных работ изначально предполагает выполнение подготовки площадки. Участок очищается от древесной и кустарниковой растительности. Производится планировка по поверхности участка. Затем следуют сами строительными-монтажные работы. Источниками загрязнения воздуха во время строительными-монтажных работ являются дорожно-строительными машины. Сварочными установками, резервуарами для хранения топлива и масла, дизельными электростанциями и котловое оборудование также являются источниками загрязнения.

«На стадии бурения и крепления скважины источниками загрязнения воздуха будут буровая установка, дизельные электростанции и котельная с топливными баками, склад горюче-смазочными материалами, строительная техника, цементные заводы и подготовка растворов. На стадии освоения скважины источниками загрязнения окружающего воздуха являются цементный завод, дизельная установка, котельная, дизельная электростанция, склады топлива и смазочными материалами. На стадии эксплуатации скважины источниками выбросов являются нефтяные и дренажные резервуары, а также нефтепроводы. Выделение из нефтепроводов происходит через соединения с недостаточной плотностью. Они обусловлены наличием фланцевых фитингов и регулирующих клапанов. По мере развития нефтяного промысла на участке формируется цельная система с полным набором всех объектов различного назначения.

На территории комплекса находится нефтехранилище, дренажные резервуары, склады топлива и смазочными материалами. При отсутствии централизованного снабжения электроэнергией строится энергетический городок с дизельными электрическими станциями. Строится жилье для проживания рабочих. Поселение в обязательном порядке должно быть

оборудовано системами водоснабжения и водоотведения с очисткой сточных вод. Обязательно монтируется отопительная котельная с топливными баками. Выделяются места для постоянного размещения оборудования. Оборудуются специальные пункты их технического осмотра и мелкого ремонта техники. Необходимо выделить помещения для временного хранения жидких и твердых отходов. Создаются специальные полигоны для захоронения отходов производства и потребления, которые не подлежат вторичной переработке. Всего на нефтяных месторождениях может быть несколько десятков инфраструктурных единиц. На каждой стадии различные виды жидких и твердых отходов производятся в результате разных видов работ и используемого оборудования. Но, они могут не оказывать непосредственного отрицательного воздействия на реализацию запланированных мер. По этой причине, чтобы свести указанный вред к минимуму, нужно реализовывать комплекс экологических мер» [17].

Главные источники загрязнения воздуха при возведениях скважин:

- выхлопные трубы дизельных двигателей на буровых установках, на установках, предназначенных для испытаний, а также электрическими станциями,
- дымовые трубы котельных установок,
- дыхательные клапана емкостей, в которых хранятся горюче-смазочные материалы,
- площадки для разгрузки любого сыпучего материала, который применяется в приготовлении буровых растворов и при цементировании скважины,
- факельные установки, на которых сжигается попутный нефтяной газ (процесс освоения скважин),
- строительная специальная техника, выполняющая монтажные работы и техническую рекультивацию земельных участков после того, как будут завершены строительные работы.

Большая часть отбракованных компонентов производится в процессе горения жидкого топлива. Образование газообразных углеводородов происходит в камерах двигателя внутреннего сгорания и горении, открытом на установке горелки. В состав этих выбросов входят вредные ингредиенты, представленные окисью углерода, оксидами азота, сажей углерода, диоксидом серы, формальдегидом, бензапиреном. Кроме того, технически невозможно добиться полного сгорания топлива. По этой причине зола мазута также присутствует в выбросах. Загрязняющие вещества, которые не взаимосвязаны со сжиганием топлива, включают разнообразные сыпучие материалы. Их распространение в виде пыли происходит при подготовке бурового раствора и цементировании скважины. Большое значение имеет испарения топлива и смазочных материалов, содержащие сероводород и предельные углеводороды C₁₂-C₁₉.

Однако выбросы этих компонентов не слишком большие. Ими не оказывается существенное значение на общую ситуацию с загрязнением воздушных масс. Общие валовые выбросы от строительства скважин составляют от 88 до 489 т. Выбросы материалов класса I составляют менее 0,001 %. На вещества класса опасности II приходится 0,51 %. На вещества класса III опасности приходится 43,22 %. На вещества класса IV приходится 56,27 % выбросов.

Список веществ-загрязнителей, попадающих в атмосферные слои в процессе бурения скважины на территории Пеляткинского месторождения, продемонстрирован в графической части В.

С загрязняющими веществами, которые содержатся в выбросах, в соответствии со степенью их опасности, можно познакомиться на рисунке 1.

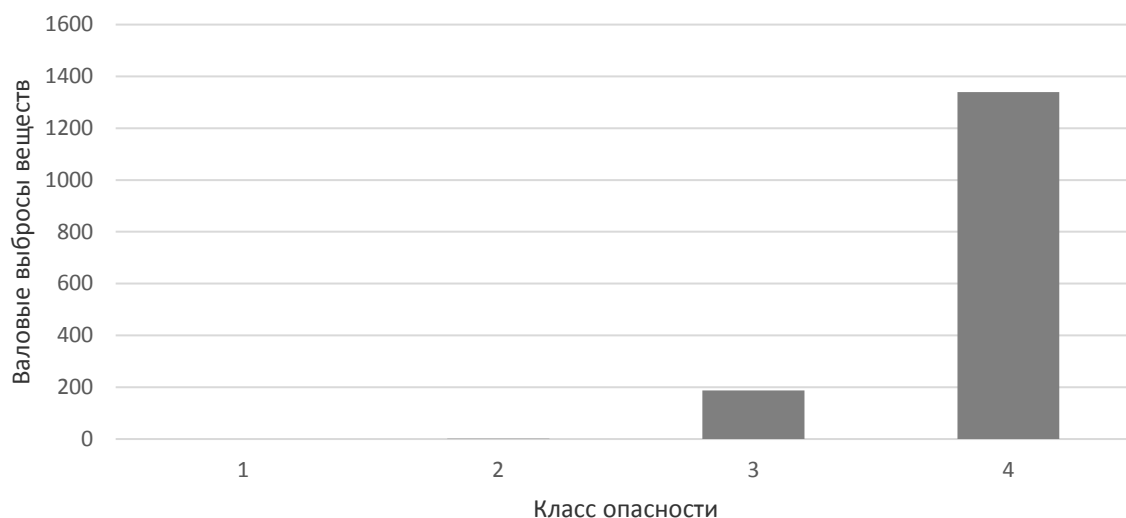


Рисунок 1 – Валовые выбросы загрязняющих веществ атмосферного воздуха

Согласно данным, можно прийти к выводу, что в соответствии с массой выбросов, представленных на рисунке 2, приоритетные загрязняющие вещества представлены оксидом углерода, углеводородом C₁-C₅ и сажей.

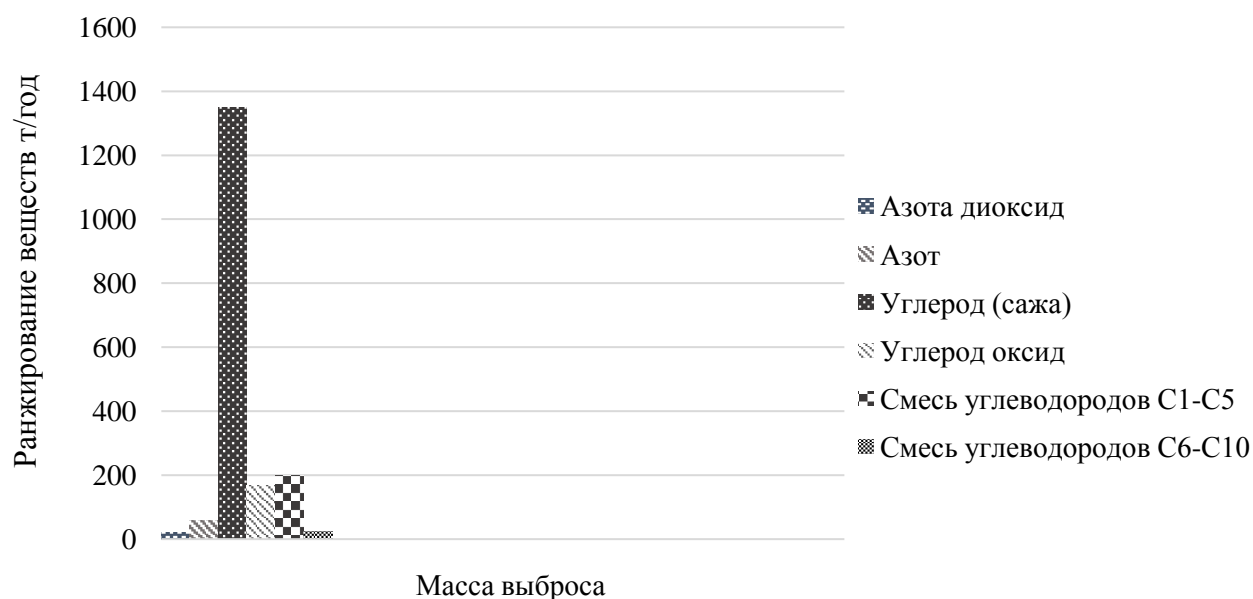


Рисунок 2 – Загрязняющие вещества в соответствии с массой выбросов

Общее количество указанных выбросов составляет 1336,198 т/год, 206,718 т/год и 158,289 т/год соответственно. Для понижения загрязнений

атмосферных воздушных масс в условиях строительства скважин, располагающихся на Пеляткинской площади, согласно проектным материалам предусматривается комплекс технико-организационных мер по охране природы, представленных:

- обеспечением герметичной целостности колонн,
- герметизацией циркуляционной системы буровыми растворами,
- герметизацией емкостей для подготовки буровых растворов и систем, очищающих буровые растворы, наряду с устьем скважин,
- применением химических реагентов в буровом растворе, не вызывающих опасного загрязнения атмосферных воздушных слоев,
- контролем воздуха на буровых площадках,
- выбором и монтажом арматуры фонтанного типа и специального оборудования, для предупреждения выбросов пластового флюида при строительстве,
- укладкой пластовой смеси в специальные металлические емкости, которые затем вывозятся на установки нефтеподготовки,
- снижением сроков бурения и освоения скважин,
- регулировкой аппаратуры в дизельных двигателях.

Поскольку эти мероприятия не способны в полной мере устранить выбросы опасных веществ в воздух во время анализируемой деятельности, была проведена достаточная оценка этих мероприятий для предотвращения чрезмерного загрязнения поверхностного слоя. Предлагаемые технические и технологические решения не приведут к необратимым изменениям в окружающей среде. В то же время реализация проекта разрешена при условии соблюдения организационных и технических мер. Они направлены на предотвращение загрязнения почвы, воды и воздуха. Большое значение имеет мониторинг почвы с поверхностными и грунтовыми водами, а также радиологический и экологический контроль с проверкой состояния окружающего воздуха.

2.2 Анализ опасных и вредных материалов

«Каждый год в результате деятельности АО «Норильсктрансгаз» формируется порядка 800 000 т отходов производства. Из них большая часть состоит из бурового раствора (66 %).

Буровой шлам, поступающий в шламовый накопитель, в основном состоит из вырубленной породы. Такая порода образуется при измельчении в недрах с помощью специального инструмента, предназначенного для разрушения породы. Такая порода поднимается на поверхность в течение дня с помощью бурового раствора.

Буровые установки АО «Норильсктрансгаз» имеют специальные системы высокой эффективности, позволяющие ступенчато осуществлять очистку. Указанные системы позволяют сократить количество отходов при бурении. Помимо прочего, отходы, полученные при бурении, вполне могут быть применены в будущем в процессе возведения насыпи на кустовых площадках» [13].

Схема оборудования представлена на рисунке 3 и в графической части Б.

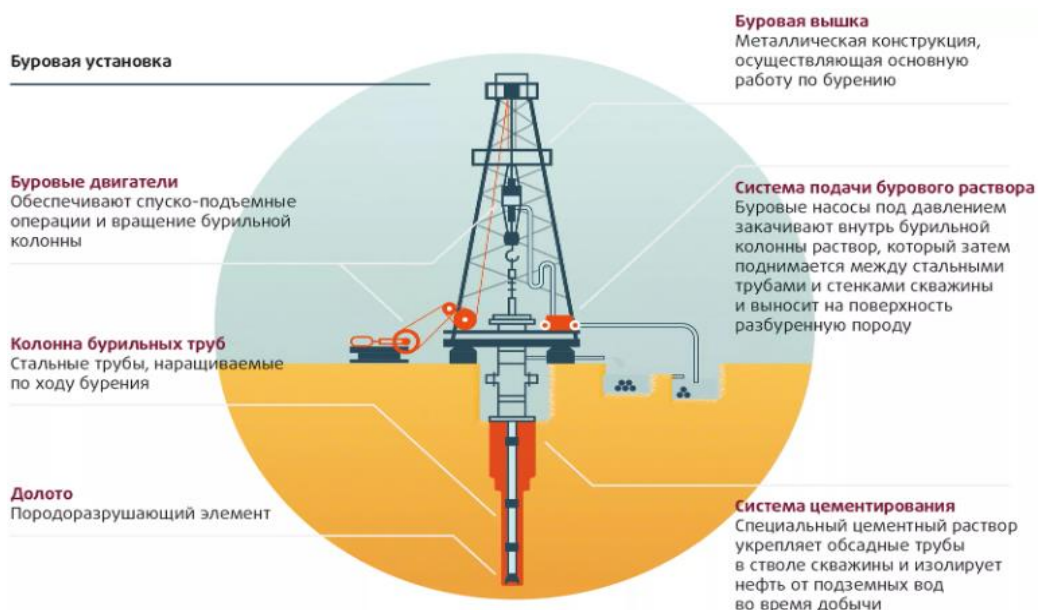


Рисунок 3 – Технологическая схема оборудования

«Уровень опасности, которым обладает буровой шлам для окружающей среды, определяется выбуренными горными породами и химическими реагентами, используемыми в процессе бурения.

Буровой шлам негативно сказывается на природной среде, кроме того он вреден для состояния здоровья человека. Опасность заключается в том, что в составе бурового шлама содержатся токсичные элементы: углеводороды нефти, компоненты растворов, тяжелые металлы.

Максимальное содержание тяжелых металлов полностью соответствует показателям ОДК (глинистые и суглинистые почвы) при pH более 5,5. Согласно расчетам по суммарному показателю загрязненности, параметры загрязнений по всем исследованным образцам бурового шлама относятся к категории допустимых. Исследованные образцы не являются загрязненными.

В соответствии с паспортом опасных отходов, буровой шлам, который подвергается четырехступенчатой очистке, на 82 % представлен именно природными материалами в виде глины, глинозема, кремнезема с водой. Таким образом, он относится к IV-му классу опасности и может применяться в рекультивации на участках с нарушенными землями.

Выбуренная порода с получаемым буровым шламом, подвергнутые четырехступенчатой очистке, имеют низкую удельную активность по радионуклидам. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в подвижной и сырой форме не превышает ПДК и ОДК, указанных для почв глинистого и суглинистого типа. Такой состав не обладает токсичностью для почвенной микрофлоры, гидробиоты, микробиоты, высших растений и теплокровных животных» [1].

Характеристика элементарного состава бурового шлама, подвергнутого четырехступенчатой очистке, в соответствии с данными, указанными в санитарно-эпидемиологическом заключении, обозначена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика элементарного состава бурового шлама

Вид элемента	Буровой шлам, подвергнутый четырёхступенчатой очистке	Содержание		ПДК (ОДК)
		в земной коре (кларковое) мг/кг	в почве региональное (кларковое) мг/кг	
Mn	314	1000 мг/кг	850 мг/кг	1500 мг/кг
Zn	78	85 мг/кг	50 мг/кг	(220) мг/кг
Ni	11	58 мг/кг	40 мг/кг	(80) мг/кг
Co	2	18 мг/кг	10 мг/кг	–
Cr	64	83 мг/кг	200 мг/кг	–
Cu	20	47 мг/кг	20 мг/кг	(132) мг/кг
As	1,3	1,7 мг/кг	0,5 мг/кг	2 мг/кг
Cd	0,009	0,13 мг/кг	0,5 мг/кг	(2) мг/кг
Hg	0,003	0,083 мг/кг	0,01 мг/кг	2,1 мг/кг

Экологический тип опасности, характеризующей буровой шлам, обуславливается наличием токсического воздействия в отношении живых организмов. Результаты исследований, выполненных с почвенными микроорганизмами и гидробионтами (виды рода *Daphnia* O. F. Mueller, 1785; виды семейства Chironomidae Newman, 1834; виды большой группы Pisces) позволили выявить наличие слабой токсичности в 3–х из 4–х выполненных проб с буровыми шламами. Отбор указанных проб осуществлялся на одном из месторождений. Уровень токсичности пробы по слоям ликвидируется 10-кратным разбавлением вытяжки. Выполненные исследования в соответствии с Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 16.06.2023 № 144 позволили отнести протестированные буровые шламы к IV-му классу опасности. Они представляют собой малоопасные отходы для окружающей среды.

Основываясь на изложенном выше, есть возможность прийти к выводу, что сформированный в буровом процессе шлам, подвергнутый четырехступенчатой очистке, является отходом IV-го класса опасности. Такие малоопасные для окружающей среды отходы могут применяться как грунт в условиях возведения насыпных площадок.

2.3 Уровень различных производственных отходов, сточных вод

Под понятием водная среда рассматриваются поверхностные воды в виде рек, болот, озер. Не представляя собой сильные источники загрязнения водной среды, объектами нефтегазового комплекса прямо или в косвенном формате оказывается влияние на поверхностные воды. Сточные воды нефтегазодобывающих компаний представлены:

- водами, которые выделяются установками водоподготовки,
- техническими водами, промывающими оборудование,
- пластовыми водами, поступающими из парковых резервуаров,
- водами, формируемыми вспомогательными производствами,
- конденсационными пластовыми сточными водами, выделяемыми первичными сепараторами.

Специфика состава сточных вод определяется естественным составом пластовых вод. Большое значение имеет химический состав, используемый при экстракции, обработке и приготовлении углеводородов реагента. Ключевыми загрязнителями сточных вод являются нитраты, нитриты, взвешенные вещества, сульфаты, хлориды и нефтепродукты. Из-за несоблюдения правил сбора, хранения, транспортировки углеводородов и в чрезвычайных ситуациях возможно загрязнение поверхностных вод.

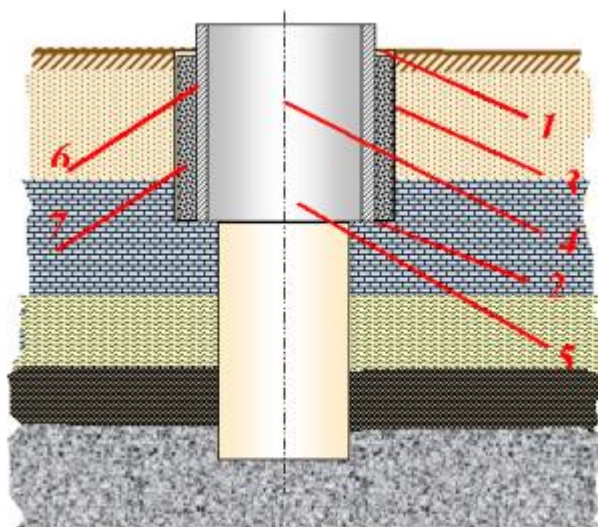
«Нефтепродукты, попадающие в резервуары через пленку, выходят на поверхность. Они попадают в виде эмульгированных частиц в водные слои. Там происходит их оседание с илом на дне. Указанные отложения являются вторичным источником загрязнения водохранилища. Естественные причины изменения состава грунтовых вод представлены геологическими, физико-химическими и биологическими факторами» [11].

Вышеуказанные факторы приводят к резкому изменению естественных гидрогеологических режимов. Этим воздействием наносится значительный ущерб подземной гидросфере. Часто во время эксплуатации нефтяных и

газовых месторождений грунтовые воды рыбопромыслового района загрязняются химическими веществами, очень широко используемыми на сегодняшний день при эксплуатации нефтяных месторождений, а также самыми разными углеводородами.

2.4 Анализ безопасности оборудования на окружающую среду при бурении и эксплуатации скважин

Бурение на суше представляет собой процессы по возведению скважин посредством разрушения горных пород. Скважина является цилиндрической горной выработкой и характеризуется диаметром, во много раз меньшим по сравнению с ее длиной, глубиной от нескольких тысяч метров. На рисунке 4 представлены ключевые конструктивные элементы скважины.



Ключевые элементы, входящие в буровую установку: 1 – устье скважины, 2 – забой скважины, 3 – стенки скважины, 4 обсадные колонны, 5 – ствол скважины, 6 – ось скважины.

Рисунок 4 – Элементы конструкции скважины

Бурение скважин в водной среде достигается посредством специальных платформ. В водных условиях платформы устанавливаются на эстакадах, плавучих участках или судах. Типы скважин:

- опорные скважины закладываются в районах, не исследованных бурением, и используются для изучения состава и возраста пород, из которых они состоят,
- параметрические скважины прокладываются в относительно изученных районах с целью уточнения их геологической структуры и перспектив добычи нефти и газа,
- структурные скважины необходимы для выявления перспективных участков и подготовки их к поисковому бурению,
- исследовательские скважины бурятся с целью открытия новых промышленных месторождений нефти и газа,
- разведочные скважины бурятся на установленных промышленных территориях для изучения размера и структуры месторождения, получения основных данных, необходимых для расчета запасов нефти и газа, и планирования его разработки,
- эксплуатационные скважины построены в соответствии со схемой эксплуатации и используются для добычи нефти и газа из недр,
- нагнетательные скважины используются для подачи воды (воздуха, газа) в продуктивные горизонты для поддержания давления в резервуаре. Они также используются для продления срока службы месторождений. Увеличивается пропускная способность эксплуатационных скважин, оснащенных насосным оборудованием, а также воздушными подъемными устройствами,
- наблюдательные скважины применяются с целью мониторинга разработки месторождений промышленного значения.

Центральный участок бурового комплекса представлен буровой установкой в виде комплекса, объединяющего буровые машины, механизмы и

оборудование и монтируются в точке бурения. Состав современных буровых установок представлен:

- буровым оборудованием в виде талевого механизма, насосного оборудования, буровой лебедки, вертлюга, ротора, силового привода и т.д.,
- буровыми сооружениями в виде вышки, основания и т.д.,
- оборудованием для механизации трудоемкой работы в виде регулятора по подаче долота, механизмов автоматизации спусковых и подъемных операций и т.д.,
- оборудованием, обеспечивающим подготовку, очистку и регенерацию бурового раствора в виде блока подготовки, вибросита, отделителя песка и ила,
- манифольдом в виде блочной нагнетательной линии, дроссельного запорного устройства, бурового рукава,
- устройством, обогревающим блоки буровой установки в виде тепловых генераторов, отопительных радиаторов и коммуникаций, которые разводят теплоносители.

«Кустовое бурение скважины происходит установкой БУ-3000 ЭУК-1М, где отмечается циркуляция бурового раствора с примерным распределением потерь давления на отдельные элементы в системе циркуляции скважины, глубина которой составляет три тысячи метров. Из резервуаров очищенный и подготовленный раствор поступает в подпорные насосы. Насосное оборудование обеспечивает оптимальное решение для шламовых насосов. Такие насосы перекачивают раствор под высоким давлением по напорной линии с помощью стояка на гибком шланге, ведущем в направлении устья скважины. Часть давления в насосах расходуется на преодоление сопротивлений в наземной системе, затем буровой раствор проходит по буровой колонне к буровому долоту. Буровая колонна представлена трубами, УБТ и двигателем» [21].

По пути давление раствора заметно понижается из-за расхода энергии, необходимого для эффективного преодоления высоких показателей гидравлических сопротивлений. Затем буровой раствор из-за разницы давлений внутри бурильных труб и на дне скважины с высокой скоростью высасывается из буровых форсунок. Отработанный раствор, поднятый на поверхность, попадает в очистительный блок. На этом участке удаляются извлеченные частицы породы, далее раствор поступает в резервуары с устройствами для восстановления его параметров. Раствор снова направляется на насосное оборудование.

Таким образом, в данном разделе кратко описывается основное оборудование, используемое для бурения нефтяных и газовых скважин.

«Процесс влияния на почвенные ресурсы в условиях выполнения земляных работ представлен:

- техногенными нарушениями мезорельефа в условиях профилирования площадок для строительства скважин и подъездных автомобильных дорог,
- техногенными нарушениями микрорельефа в результате многократного проезда тяжелой строительной техники с образованием рытвин, борозд и ям,
- изменениями теплового режима грунта на трассе зимника,
- активизацией эрозивных процессов в результате ликвидации естественного типа растительности,
- усилением таких процессов, как заболачивание при нарушениях естественных сточных линий,
- замусориванием грунта в условиях несоблюдения графика по вывозу отходов» [19].

Источники влияния на окружающую природную среду представлены в рассматриваемом виде работ строительными и транспортными машинами и механизмами, техническим и строительным персоналом.

2.5 Анализ технологических проблем

Ключевая проблема в процессе скважинного бурения, нефтегазового поиска и разведки, обозначена фактором необходимостью бурить скважину с учетом значительной глубины (более 4,0–4,5 км). При этом, потребуются применять более сложные, но высоконадежные скважинные конструкции, обеспечивающие требуемый уровень безопасности и эффективность работ. Развитие геологоразведочных мероприятий в современных реалиях, характеризуется продвижением на территории, имеющие сложные географические и геологические условия. Данная категория представлена труднодоступными районами, такие как европейский север, тундра и тайга, районы вечной мерзлоты.

Бурение и разведка нефти и газа проводятся в сложных геологических условиях, включая мощные толщи каменной соли. Большое значение имеет присутствие сероводорода и других коррозионных компонентов в осадках, а также аномально высокое давление образования.

«Бурение на большой глубине и непрерывная проводка скважин во многих регионах являются невозможными. Это взаимосвязано с отсталостью буровой базы, с износом оборудования и с отсутствием эффективных технологий для прокладки скважин большой глубины. По этой причине в ближайшие годы будет сложно модернизировать буровую базу и освоить технологию сверхглубокого бурения» [22].

Значимая проблема заключается в поиске ловушек и обнаружении не антропогенных скоплений нефти и газа. Многочисленные примеры на зарубежных объектах наглядно демонстрируют, что литологические и стратиграфические ловушки могут содержать огромное количество нефти и газа.

В России преимущественно задействованы структурные ловушки. Они обнаруживают большие скопления нефти и газа. Почти во всех нефтегазовых провинциях было выявлено большое количество новых регионального и

локального типа поднятий. Они являются потенциальным резервом для обнаружения мест накопления нефти и газа. Неструктурные ловушки меньше интересуют современные компании.

Выводом следует, что помимо основных сложностей, с которыми сталкиваются нефтяники в области бурения и разведки нефти и газа, у каждого региона существуют и актуальные собственные проблемы. От эффективного разрешения данных проблем зависит дальнейшее развитие известных запасов нефти и газа. Дело в том, что только в указанных условиях и при грамотном подходе к решению уже существующих сложностей может быть достигнуто экономическое развитие регионов наряду с улучшением благосостояния населения.

3. Выработка рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса при бурении и эксплуатации скважин

Чтобы защитить земельные ресурсы и управлять ими, а также исключить их истощение и упадок, при выполнении буровых работ необходимо соблюдать основные условия:

- выполнять работы строго в рамках выделения земельных участков, устранять чрезмерное исключение дополнительных пространств и нерациональную организацию процесса строительства,
- избегать загромождения строительной площадки мусором, загрязнение строительной площадки топливом и смазочными материалами также недопустимо. В таких случаях вышеупомянутые негативные последствия должны быть своевременно устранены.

«Строительные компании, выполняющие работы, должны быть оснащены мобильным оборудованием. Такое мобильное оборудование, включает в себя мусорные контейнеры для сбора мусора. Ответственность за сбор всех отходов и горюче – смазочных материалов возлагается на управляющее лицо, занимающееся вопросами строительства. На пути передвижения транспорта и в рабочей зоне транспортным и строительным средствам запрещено разгружать нефтепродукты, загрязнять территорию промышленными и бытовыми отходами.

Отсыпать площадки под скважины требуется посредством завозного грунта. Разбрасывание грунта проводится по имеющемуся на территории растительному слою. Такой способ гарантирует отсутствие нарушений на прилегающей территории при условии принятия мер с целью укрепления склонов.

Для сохранения грунтов от основания насыпей до состояния вечной мерзлоты в период эксплуатации участка все подготовительные и основные работы должны проводиться с учетом максимального сохранения существующего водно-теплового режима участка» [10].

Выполнение подготовительных работ, вырубка и вывоз леса, кустарниковых посадок осуществляются исключительно зимой. Во избежание оттаивания обледенелых почв с образованием термокарстовых стоков запрещается оставлять дорогу открытой летом. Очистка просек проводится исключительно по ширине насыпи.

«Меры, нацеленные на сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу во время работ, носят организационный и технический характер. Основными техническими мероприятиями в строительной сфере являются использование современного оборудования и технических средств. В то же время характеристики выбросов в атмосферу такого оборудования и технических средств должны соответствовать техническим стандартам. Их соблюдение регламентируется действующими на территории Российской Федерации нормативными актами, закрепленными в ГОСТе и действующей нормативно-методической базе» [16].

Строительные мероприятия, направленные на возведение платформы на этих участках начинаются с учетом грунтового промерзания на 30–50 см. Ускорить этот процесс позволяет систематическая уборка снежной массы с поверхности. Выполнение земляных работ базируется на регламентах СП 45.13330.2017, СНиП 12-04-2002, ВСН 004-88, СП 86.13330.2011. Чтобы избежать деградации почв и прямой потери субстрата, при проектировании буровых площадок и подъездных путей нужно соблюдать экологические требования. Такие регламенты представлены:

- оптимальной прокладкой трассы автомобильных зимников по направлению к скважинной площадке с учетом границ, которые уже имеются на тракторных дорогах, просеках и колеях от проезжавших технических средств,
- выносом в натуру с закреплением границ, отведенных для строительных работ территорий, согласно утвержденной проектной документации. Запрещено сверхнормативное изъятие земли. В

обязательном порядке контролируются границы отведенных земельных участков,

– исключением сбросов и утечки горючих и смазочных материалов, наряду с другими загрязняющими веществами при выполнении строительной работы. Выделением, согласно установленным пределам, спец. площадей под заправочные мероприятия и замену отработанных горючих и смазочных материалов. В обязательном порядке обустраиваются закрытого типа емкости в виде сменных контейнеров. Такие системы предупреждают риск попадания токсичных веществ на грунт,

– рекультивацией земельных участков после того, как будут завершены все буровые работы. Присутствием на участке представителей изыскательской партии, а также сотрудников, относящихся к строительному персоналу, оказывается отрицательное воздействие на животный мир. В большинстве своем представители фауны покидают территории, на которых стабильно присутствуют беспокоящие их факторы.

«Необходимо принять конкретные меры для защиты поверхностных вод от загрязнения при бурении скважин. Они включают отбор проб воды для бытового и промышленного использования при строительстве бригад и отводе бытовых сточных вод только по контракту организации на строительство со специальными административными органами компаний, эксплуатирующих сети и очистные сооружения. Важно избегать слива бытовой и фекальной воды за пределами передвижных санитарно-гигиенических сооружений типа «Кедр».

В работе учитывается запрет на хранение материалов и оборудования, развертывание строительных площадок в водоохраных зонах и прибрежных защитных полосах рек без согласия территориальных и других ответственных органов. Запрещается заправлять топливом, мыть и ремонтировать транспортные средства, размещать автостоянки, склады топлива и смазочных

материалов в зонах защиты воды и прибрежных защитных полосах водотоков, которые специально не оборудованы» [6].

Согласно ст. 65, ч. 6 Водного кодекса № 74-ФЗ от 03.06.2006г. для рек или ручьев установлены водоохранные зоны. Указанные зоны представлены территориями, примыкающими к береговой линии водных объектов. На таких участках установлен специальный режим ведения хозяйственной деятельности, который включает в себя сохранения всей среды обитания водных биологических ресурсов с другими объектами флоры и фауны, анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения ресурсосбережения приведен в графической части Д.

Показатели ширины водоохранной зоны в отношении рек, которые имеют определенную протяженность от истока, представлены:

- в пределах 10 км – 50 м,
- в пределах 10-50 км – 100 м,
- более 50 км – 200 м.

Параметры радиуса водоохранной зоны для речных истоков, ручьев фиксируется размером в 50 м. Ширина водоохранной зоны озера, за исключением озера, располагающегося в болотах или озерах, в водохранилищах площадью менее 0,5 км³, установлена на уровне 50 м.

Таким образом, можно говорить о том, что среди рекомендаций по повышению экологической безопасности процесса бурения эксплуатации скважин является оптимальная прокладка трасс автомобильных зимников по направлению скважины площадки, оптимизация автотранспортной схемы в целом, которая используется для доставки груза, исключение сбросов утечки горючих и смазочных материалов наряду с другими загрязняющими веществами, рекультивация земельных участков и другое. При этом необходимо применять конкретные меры для защиты поверхностных вод от загрязнения при бурении скважин.

4. Охрана труда

Ключевые положения и нормативная документация в сферах, которые связаны с качеством и охраной труда, здоровья и окружающей среды, были разработаны согласно политике АО «Норильсктрансгаз». Приоритетными задачами являются сохранение жизни и здоровья сотрудников компании. Основное внимание так же уделяется уменьшению негативного воздействия управления природными ресурсами на окружающую среду.

Программа «По промышленной безопасности и охране труда» включает в себя ряд мероприятий, представленных:

- гарантиями, связанными с промышленной и пожарной безопасностью, улучшением условий труда согласно всем действующим регламентам,
- возведением и реконструкцией специальных санитарных сооружений,
- предоставлением сотрудникам рабочей одежды, обуви и других средств, направленных на индивидуальную защиту работников,
- профессиональной подготовкой, а также подготовкой и повышением квалификации сотрудников по соблюдению промышленной безопасности, охране окружающей среды и гигиене труда,
- внедрением научных разработок и передовых технологий.

В 2017г. проверку интегрированной системы менеджмента АО «Норильсктрансгаз» выполнила Ассоциация по сертификации «Русский Регистр». Предоставляемые услуги в сфере строительства нефтяных и газовых скважин признаны соответствующими регламентам международных стандартов. Данный факт подтверждают сертификаты ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007, IQNet39. Деятельность, осуществляемая АО «Норильсктрансгаз» в сфере промышленной безопасности связана с

полным соблюдением приоритетных мер, предупреждающих инциденты и аварийные ситуации.

«К категории наиболее вредных факторов, активно влияющих на рабочих буровых участков, относится шум. Именно шумами высокой интенсивности оказывается специфическое воздействие на организм. В течение рабочего периода у работников часто развивается легкое или умеренное профессиональное заболевание, сказывающееся на трудоспособности. Хроническая патология развивается довольно быстро. Исследование шума показало, что работа буровых установок сопряжена с неприемлемыми профессиональными рисками. Чтобы повысить безопасность персонала, на этапе проектирования необходимо разработать меры по снижению шума. Было изучено девять буровых установок двух наиболее распространенных моделей. Установлены модели генерации и распространения шума» [12].

Проблема защиты работников от шума на платформах является технической и организационной задачей. В современной акустике существует несколько способов решения этой проблемы. В этом аспекте рассматривается снижение уровня шума у источника и рациональное расположение предприятий и цехов. Использование «звукопоглощающих» материалов в оборудовании помещений, в особенности на производственных участках, оказалось эффективным. Были рассмотрены хорошо известные меры по понижению интенсивности шума из идентифицированных источников. Доказано, что применение приведенных выше рекомендаций по понижению шума позволит понизить профессиональные риски на платформах до приемлемого уровня.

Известным является тот факт, что основные источники шумового воздействия на платформе проявляются в насосном и баковом отсеках. Они также применимы к компрессору, мощности, башне и дизель-агрегату (таблица 2).

Таблица 2 – Уровни шума во время пребывания персонала на рабочих местах буровых установок

Расположение рабочего места	Число операторов	Необходимое время работы, ч	Уровни шума, дБА	Допустимое время работы по СН, ч	Превышение уровня шума, дБА
Насосный отсек	1	2	88-90	1	2-4
Емкостный отсек	2	4-5	88-89	1	6-7
Компрессорный блок	1	0,5	98-101	0,1	6-9
Силовой блок	1	1	95-96	0,2	6-7
Высечный блок	3	5-6	95-100	0,15	15-19
Дизельный блок	1	1	100-104	0,1	11-14

Проводились различные исследования со специальной аппаратурой и фильтрами, благодаря этому удалось установить весь спектр шума.

Для решения поставленной задачи, однако каждый из них нельзя назвать простым.

В первую очередь нужно обратить внимание на планировку цехов, то есть непосредственно рабочих мест сотрудников, каждый сантиметр помещения должен использоваться рационально.

«Шум появляется по очень простым причинам: когда установка и все её механизмы приведены в рабочее состояние, возникает упругая деформация внутри этих механизмов, что, в свою очередь, приводит к появлению вибрации, из-за этого и появляется характерный шум. Чем быстрее работает установка, тем интенсивнее получается шум. Чтобы он был не таким ощутимым и укладывался в безопасные санитарные нормы, необходимо регулярно проводить балансировку деталей, а также следить за тем, чтобы все элементы установки идеально прилегали друг к другу» [23]. В таблице 3 приведены мероприятия по снижению шума подшипников.

Таблица 3 – Мероприятия по снижению шума подшипников

Мероприятия	Эффективность, дБ
Балансировка ротора	5-10
Устранение овальности колец, волнистости дорожек качения, овальности тел качения	до 15
Уменьшение диаметра и увеличения числа тел качения	до 15
Применение материалов с высоким демпфированием	3-4
Применение упругих вкладышей	10-12
Увеличение класса точности подшипников	до 10
Замена подшипников качения подшипниками скольжения	10-20
Применение шариковых подшипников вместо роликовых	5-6
Улучшение качества смазки в подшипниках скольжения	до 12

Однако самым главным источником шума на буровой установке можно считать ротор, который может даже выйти из строя из-за дисбаланса. Причиной сильного шума от ротора может быть то, что главная ось инерции не совпадает с осью вращения. Во время вращения осей происходит смещение центра тяжести, а потому появляются инерционные силы, что и приводит к акустическому шуму. Передаётся он через опоры. Чем быстрее вращается ротор, тем сильнее издаётся звук от него. Чтобы решить проблемы с этим элементом буровой установки, важно вовремя устранять его неуравновешенность.

Чтобы обезопасить людей, обслуживающих буровую установку, важно провести её полную модернизацию. В том числе это касается изменения регламента, в частности моментов, которые касаются допустимого времени, в которое персонал может находиться вблизи буровой установки. Оно должно быть сокращено.

Конечно же на буровой установке и в её производственных помещениях есть участки, на которых не представляется возможным снизить уровень шума указанными выше методами. В этом случае, чтобы обезопасить рабочий персонал от вредного воздействия, его нужно оснащать специальными средствами индивидуальной защиты от шума.

Из всего перечисленного можно сделать вывод, что добиться безопасности на производстве такого уровня и повышенной опасности можно только при помощи применения комплексных защитных мер и своевременного обслуживания установки.

Целесообразность применения средств защиты от шума на буровых установках с оценкой достижения эффекта снижения шума, воздействующего на персонал, приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Целесообразность применения средств защиты от шума на буровых

Наименование мероприятия	Целесообразность применения/ эффективность, дБА, до
Снижение шума в источнике	Да/7
Рациональная планировка буровой	Да/3
Звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции	Да, при условии разработки негорючего акустического материала/15
Организационные мероприятия	Да/5
Средства индивидуальной защиты	Да/10
Применение демпфирующих устройств при сборке	Да/5
Применение абсорбционных и реактивных глушителей	Да/12

Из всего того, что было написано выше, рассматривая таблицу номер 4, можно снизить профессиональные риски, которые возникают при работе на буровых установках. При этом снизить показатели можно до приемлемого уровня.

Чтобы производство мыло максимально безопасным, должен проводиться инструктаж сотрудников по технике безопасности.

«Вводный инструктаж проходят те работники, которые в первый раз приступили к работе на предприятии, а также ученики, которые проходят производственную практику. При вводном инструктаже люди знакомятся с различными правилами техники безопасности, узнают внутренний распорядок

предприятия, узнают основные причины травматизма и несчастных случаев, а также учатся оказывать первую медицинскую помощь.

Первичный инструктаж, который проводится непосредственно на рабочем месте. Его должны проходить все работники, которые были переведены из других отделов или поступили на работу впервые. Также такой инструктаж проводят тем, кто проходит производственную практику.

Повторные инструктажи проводятся с целью проверки и повышения уровня знаний работником правил и инструкций по охране труда индивидуально или с группой работников одной профессии или бригады по программе инструктажа на рабочем месте. Данный вид инструктажа должны проходить все работающие не реже чем через 6 месяцев после проведения очередного инструктажа, за исключением тех работников, которые не связаны с использованием в их трудовой деятельности инструментов и оборудования.

Внеплановый инструктаж должен проводиться в случае изменения правил по охране труда, при изменении технологических процессов, замене оборудования и других изменениях, влияющих на безопасность труда» [9].

Полный порядок обучения и проверки знаний в АО «Норильсктрансгаз» приведен в графической части Ж.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что одним из ключевых направлений в деятельности предприятия является охрана труда, а именно реализация мероприятий по улучшению условий труда работников. Это связано и с гарантиями промышленной и пожарной безопасности, и с профессиональной подготовкой кадров, и с внедрением научных разработок и передовых технологий. АО «Норильсктрансгаз» на постоянной основе проводит необходимый спектр мероприятий по охране труда с целью мониторинга безопасности персонала и развития системы промышленной и трудовой безопасности.

5. Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

«Истечение из скважины газового флюида является аварийной ситуацией, результатом которой является неуправляемый выброс в атмосферу. В нем выделяется ряд элементов, включая источник, канал и выход. В качестве источника выступает флюид, скопившийся в глубинном пласте, причем скопление может быть, как техногенным, так и природным. Выходной участок-это трубы (насосно-компрессорные, обсадные), часть ствола. Выходным участком становится устьевое оборудование, сечение отвода или колонны. Как показывает анализ веществ, находящихся в обращении в пределах объекта, выброс газового флюида становится неизбежным результатом разгерметизации оборудования [3].

Если гидростатическое давление, создаваемое в стволе скважины столбом раствора, не уравнивает давление пластовое, возникают и развиваются газопроявления. Причины этого многообразны:

- неправильное определение степени плотности раствора бурового, ошибочный прогноз в отношении пластового давления,
- тектонические нарушения в пределах района, где осуществляются буровые работы, что приводит к вскрытию зон, где пластовое давление слишком высоко,
- разбуривание интервалов бурения, которые являются несовместимыми (гидроразрыв),
- неправильное установление глубины, на которой располагаются продуктивные отложения,
- отсутствие контроля за колебаниями пластового давления, вызванными различными факторами, в частности, законтурным заводнением и т.д.

Разгерметизация оборудования скважины может произойти вследствие гидродинамических процессов, сопровождающих добычу пластового газа.

Процессы эти нестационарные, поток пульсирует, возникают ударные волны, а также участки разряжения. Давление изменяется, создаются нагрузки, как статические, так и динамические, все это приводит к старению и деформации металла. Нестационарные процессы провоцируют вибрацию оборудования и коммуникаций. Оборудование скважины и трубопроводы утрачивают свою герметичность и даже могут разрушиться полностью.

К возникновению нештатных ситуаций приводит не только человеческий фактор, но и различные внешние обстоятельства, включая как техногенные, так и природные. Опасность представляют снежные заносы, ураганный ветер, повышение или снижение температуры воздуха, в целом нехарактерное для данной местности. Когда на соседних объектах случаются аварии, данный объект может оказаться в радиусе действия поражающих факторов. В ряде случаев аварии становятся результатом диверсий.

«Существует ряд рекомендаций, которые позволят предотвратить возникновение чрезвычайных ситуаций. Для этого установлен ряд требований, определенные процедуры и описания оптимальные условия, в которых нужно проводить работы. Все правила нужно соблюдать еще на этапе проектирования, строительства скважин. Для сотрудников должны устанавливаться требования по эксплуатации, выполнении реконструкционных работ. При необходимости требуется делать консервацию скважины, если в течение определенного периода времени не планируется последующая эксплуатация.

Независимо от категории скважины, ее необходимо закладывать за пределами охраняемой зоны линии электрической передачи. Также необходимо позаботиться об магистральном нефтегазопроводе, водозаборе, других объектах, которые относятся к категории промышленных и гражданских. Для строительства скважины нужно оформить наиболее важный документ, который относится к категории основных. Это рабочий проект, который разрабатывается и утверждается с учетом установленных правил и требований» [7].

Необходимо позаботиться о наличии транспортной магистрали, дорожной развязке. Они должны обеспечивать круглогодичное сообщение с основными базами, которые предназначены для материально-технического обеспечения.

Каждый проект подбирает плотность раствора, гидростатическое давление и пр. Продуктивный горизонт вскрывается, превышая проектные пластовые давления. Для скважин 1200 метров в глубину этот показатель составляет 10%, свыше 1200 метров - 5%.

Есть установленные показатели допустимой репрессии, чтобы не произошел гидроразрыв, и буровой раствор не поглотился на той или иной глубине.

«При использовании углеводородных растворов может произойти загазованность воздуха и загрязнение рабочего места. С этой целью проводят замеры уровня загазованности воздуха в роторе, блоке, где раствор готовится, в насосном отсеке. Если таковая появилась, то необходимо в срочном порядке ее устранить. Показатель свыше 300 мг/м³ считается критическим. Работы необходимо остановить, людей вывести из зоны опасности» [24].

Настоящие правила организации включают в себя требования и нормативы, на основе которых разрабатывают и утверждают инструкции по промбезопасности с учетом разных профессий и видов работ, в частности повышенной опасности. Также следует учитывать специфику конкретного производства и рабочего места.

Если производят работы, не указанные в настоящих Правилах, то и нормативные документы следует использовать другие. Речь идет о земляных, монтажных, погрузочно-разгрузочных, сварочных, строительных работах, работах с опасными веществами, перевозке грузов, их перемещении, демонтаже фонтанов и пр. Документы для таких видов работ утверждают органы исполнительной власти в установленном порядке.

6. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

АО «Норильсктрансгаз» является достаточно известным предприятием. Главная задача заключается в стабильной ориентации на сохранение богатства природы не только на территории Российской Федерации. Также деятельность компании направлена на выход за пределы государства. Сохранение богатства природы стало актуально в местах, где наиболее активно добывается или транспортируется нефть, газ. Данное условие было включено в Экологическую политику и использовано в качестве основного. Если говорить про итоги 2020 года, то акционерное общество вкладывало достаточное количество средств на сохранение природы. При подсчете общая сумма составила порядка 49 млн. рублей (таблица 5).

Таблица 5 - Расходы АО «Норильсктрансгаз» на ООС, в млн. руб.

-	2019	2020	2021
Расходы АО «Норильсктрансгаз» на ООС	59,36	48,98	49,71
Текущие (эксплуатационные) затраты на ООС	20 328,15	18 047,89	16 399,90
Текущие затраты на оплату услуг природоохранного назначения	8 021,87	9 403,46	12 806,27
Текущие затраты на капитальный ремонт ОПФ по ООС	3 106,45	4 204,88	2 962,86
Охрана и рациональное использование водных ресурсов	3 745,92 (15%)	6334,23 (41%)	8324,86 (53%)
Охрана атмосферного воздуха	6 083,63 (14%)	4752,75 (31%)	1553,83 (10%)
Строительство установок, предприятий и полигонов по утилизации, обезвреживанию и захоронению отходов	0	1 258,32 (8%)	698,98 (4%)
Другие направления	259 (1%)	202,99 (1%)	142,77 (1%)

Проведя анализ 2021 года можно проследить динамику, что почти 99 % инвестиционных вложений были направлены на реализацию различных основных целей. Дополнительно выделялись средства на защиту воздушного пространства, обустройство мощностей и территорий. Предприятие смогло самостоятельно заняться утилизацией, обезвреживанием и помещением отходов в специальные могильники.

Руководители акционерного общества также заботятся о том, чтобы реализовать и подготовить проектную, разрешительную документацию. Технологические мероприятия при строительстве скважин приведены в графической части Е.

Руководству АО «Норильсктрансгаз» было предложено для сокращения негативного воздействия на окружающую среду выполнить следующие мероприятия, указанные в таблице 6, наглядно продемонстрированно в графической части Г.

Таблица 6 – План мероприятий по обеспечению экологической безопасности

Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения	Источники финансирования
Замена нефтегазовых резервуаров	минимизация риска разгерметизации резервуаров	до 2027 года	отдел по капитальному ремонту и строительству	собственные средства
Реконструкция очистных сооружений	сокращение загрязнения водоемов и почвы сточными водами	до 2027 года	отдел по капитальному ремонту и строительству	собственные средства
Развитие малоотходных и безотходных процессов и производств	сокращение количества полигонов для размещения отходов	до 2028 года	планово-технический отдел, отдел экологии	собственные средства

Сбережение водных ресурсов стоит на первом месте в программе развития и модернизации технологических установок в нефтегазодобывающей отрасли. Строительство или модернизация/реконструкция очистных сооружений позволит сократить расход воды в четыре раза при бурении скважин, что позволит существенно повысить экологичность разработки и освоения скважин. На сбор и очистку сточных вод традиционно приходится около половины текущих затрат на ООС. Алгоритм работы ООС приведен в графической части Л.

«Определим экономическую эффективность защиты водоемов Таймырского полуострова от загрязнения сточными водами, образующимися при промывке буровой площадки и оборудования.

Вложения на реконструкцию очистных сооружений составляют порядка 350 тыс. рублей, текущие затраты на эксплуатацию согласно данным отчетов Общества 100 тыс. рублей/год, в приложении Л отобразим технологическую схему при очистке буровых сточных вод. Среднеустойчивый сброс сточных вод 540 м³/сут. В таблице 7 приведем содержание загрязняющих элементов, согласно данным отчетов Общества:

Таблица 7 – Содержание загрязняющих веществ

Вещество	До проведения комплекса водоохранных мероприятия	После строительства очистных сооружений
Взвешенные вещества	2500	90
БПК _{полн}	300	16
Нефтепродукты	390	24
Масла минеральные	50	2,3

Определяем сброс сточных вод за год формулой:

$$W_{год} = w_{cp} \cdot \text{кол-во дней в году}, \quad (1)$$

где $W_{год}$ - сброс сточных вод за год, м³/год;

W_{cp} - среднеустойчивый сброс сточных вод» [8].

$$W_{год} = 540 \cdot 365 = 197100 \text{ м}^3 / \text{год}$$

«Значение массы годового сброса примесей определяем формулой:

$$M_{год} = \Sigma(A_i \cdot K_i \cdot W), \quad (2)$$

где K_i - концентрация вещества, т/м³.

Значение величины A_i для каждого загрязнителя определяем, усл. т/т:

$$A_i = 1/ПДК_i, \quad (3)$$

где ПДК_i = предельно допустимая концентрация *i* вещества в воде.

Расчет массы годового сброса загрязнителей выводим в таблицу 8:

Таблица 8 – Масса годового сброса загрязнителей

Вещество	K_i		A_i усл. т/т	W , м ³ /год	M т/год
	мг/л	т/м ³			
до проведения водоохранных мероприятий					
Взвешенные вещества	2500	0,0025	0,05	197100	24,64
БПК _{полн}	300	0,0003	0,33	197100	19,51
Нефть и НП	390	0,00039	20	197100	1537,38
Масла	50	0,00005	100	197100	985,5
$M_1 = \Sigma M_i$	–	–	–	–	2567,03
после проведения водоохранных мероприятий					
Взвешенные вещества	90	0,00009	0,05	87600	0,39
БПК _{полн}	16	0,000016	0,33	87600	0,46
Нефть и НП	24	0,000024	20	87600	42,05
Масла	2,0 3	0,0000023	100	87600	20,15
$M_2 = \Sigma M_i$	–	–	–	–	63,05

Определяем годовую оценку ущерба до (Y_1) проведения водоохранных мероприятий (усл. руб./год):

$$Y_1 = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M_1, \quad (4)$$

где γ - множитель, численное значение которого равно 400 (руб./усл.т);
 σ_k - константа, имеющая разное значение для различных водохозяйственных участков;

M_1 - масприведенная масса годового сброса примесей до проведения водоохранных мероприятий (усл. т/год).

$$Y_1 = 400 \cdot 0,19 \cdot 2567,03 = 195094,28,$$

Определяем годовую оценку ущерба после (Y_2) проведения водоохранных мероприятий (усл. руб./год):

$$Y_2 = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M_2, \quad (5)$$

где γ - множитель, численное значение которого равно 400 (руб./усл.т);
 σ_k - константа, имеющая разное значение для различных водохозяйственных участков;

M_2 - масприведенная масса годового сброса примесей после проведения водоохранных мероприятий (усл. т/год).

$$Y_2 = 400 \cdot 0,11 \cdot 63,05 = 2774,20$$

Определяем экономическую эффективность водоохранных мероприятий, с учетом капиталовложений и текущим затратам:

- предотвращенный ущерб (Π) определяем по формуле (усл. руб./год):

$$\Pi = Y_1 - Y_2, \quad (6)$$

$$\Pi = 195094,28 - 2774,20 = 192320,08$$

- экономический результат водоохранных мероприятий (P) определяем по формуле (усл. тыс. руб./год):

$$P = \Pi + \Delta D, \quad (7)$$

где ΔD - годовой прирост дохода (дополнительного дохода) от улучшения производственных результатов деятельности предприятия, $D=0$

$$P = 192320,08 + 0 = 192320,08,$$

- приведенные затраты (З) определяем по формуле (усл. тыс. руб./год):

$$Z = C + E_n \cdot K, \quad (8)$$

где C - эксплуатационные расходы (усл. руб.);

E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений $E_n = 0,12$;

K - капитальные вложения на приобретение в ввод в эксплуатацию оборудования (усл. руб.) [2]

$$Z = 100000 + 0,12 \cdot 350000 = 142000,$$

- чистый экономический эффект (R) определяем по формуле (усл. руб. год):

$$R = (P - Z), \quad (9)$$

с нашими данными из расчетов, приведенных выше:

$$R = (192320,08 - 142000) = 50320,08,$$

так как $R = 50320,08$ тыс. руб./год > 0 , то водоохранные мероприятия экономически эффективны.

- экономическую эффективность (\mathcal{E}) определяем по формуле (усл. руб. год):

$$\mathcal{E} = \frac{P-C}{K}, \quad (10)$$

с нашими данными из расчетов, приведенных выше:

$$\mathcal{E} = \frac{192320,08 - 100000}{350000} = 0,26,$$

Экономическая эффективность капитальныхложений ($\mathcal{E} = 0,26$ год⁻¹) больше нормативной ($0,12$ год⁻¹), поэтому мероприятия экономически целесообразны» [15].

Заключение

Сегодня нефтегазовая отрасль известна в качестве достаточно мощного источника, который сильно вредит окружающей среде. В результате осуществления деятельности природа имеет свойство загрязняться. Такая закономерность прослеживается на протяжении длительного времени. Многочисленные исследования доказывают, что в атмосферу и почву, грунтовые воды регулярно поступают опасные вещества. Промысловые стоки в последующем сбрасываются в водоемы. Уже многие люди оценили масштабы и негативные последствия разливов нефти.

В рамках проведенного исследования были сделаны выводы о текущей ситуации в вопросе техносферной безопасности. В мировом обществе и на территории Российской Федерации за последние несколько лет начало более укрепляться сознание. Люди начали понимать, что количество несчастных случаев увеличивается. Профессиональные заболевания тесно связаны с осуществлением деятельности. Плохая экологическая обстановка негативно влияет на жизнь рабочих, семей, а также полноценное социально-экономическое благополучие всего общества.

Именно поэтому в данной ситуации требуется разработать социально-ориентированную концепцию, чтобы предотвратить негативное влияние на экологию. Также необходимо провести специальную программу, которая смогла бы помочь гражданам, которые уже пострадали от выбросов промышленных предприятий. Международные нормы сейчас требуют повторного оценивания всех возможных рисков, которые представляют угрозу и опасность для жизни, здоровья каждого человека.

Отраслевая охрана труда сегодня решает огромное количество вопросов. Все они связаны с определением и изучением производственной опасности, вредных рисков. Необходимо выделить средства на разработку новых методик, способов, чтобы обеспечить предотвращение негативных

последствий. Нужно предпринимать все возможные меры, чтобы минимизировать ущерб экологии. Охрана труда должна защищать рабочих от возможных несчастных случаев, которые за последние несколько лет довольно часто возникают на производстве. Необходимо направлять все средства на снижение вероятности и риска профессиональных заболеваний сотрудников предприятий, организаций. Нужно создавать все условия, которые позволили бы облегчить труд людей.

Сегодня вопросы безопасности постепенно выходят на первое место. Это особое состояние деятельности, при которой с определенным процентом вероятности можно исключить потенциальные риски и опасность. Все эти негативные факторы имеют прямое влияние на состояние и здоровье человека. Под полной безопасностью стоит понимать и комплексную систему мер, которая позволила бы защитить человека, среду его обитания от всех возможных опасностей. Необходимо понимать, что требуется только комплексная система мер. Только при таком подходе можно добиться максимально возможной защиты человека.

На предприятиях нужно разрабатывать и проанализировать документацию, которая регулирует вопросы безопасности. Этот вопрос особенно актуален для горных предприятий, где наблюдается достаточно высокий уровень опасности для сотрудников и рабочих.

Все инструкции нужно пересмотреть и при необходимости внести соответствующие корректировки. Также не стоит забывать про основные факторы, которые сегодня достаточно успешно определяют деятельность известных зарубежных компаний. Они заботятся организационными вопросами, чтобы в полной степени обеспечить безопасный труд для своих рабочих.

Список используемых источников

1. Брагинский О. Б., Кукушкин И. Г., Маевский А. В., Рыков Ю. Г. Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефти и газохимии в РФ. М. : Эконом–информ, 2011. 806 с.
2. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды [Электронный ресурс] : от 1986. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293854/4293854046.pdf/> (дата обращения 15.05.2022).
3. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] : Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/55c901d2f2346b0f2977e47e974667833b60425f
4. Дмитриев А. Ю. Основы технологии бурения скважин: учебное пособие. М. : Томск: ТПУ, 2008. 216 с.
5. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс] : от 12 декабря 1993 г. (с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020). URL: <https://docs.cntd.ru/document/9004937/> (дата обращения: 10.02.2022).
6. Лисанов М. В., Савина А. В., Самусаева Е. В., Сумской С. И. Аварийность на морских нефтегазовых объектах». М. : ИОВ, 2010. С.48-53.
7. Лисанов М. В., Гражданкин А. И., Дегтярев Д. В., Савина А. В., Самусаева Е. А., Сумской С. И. Актуализация методического руководства по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах // Сборник материалов VII международной научно–технической конференции

«Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта».
М. : Новополюцк, 2011. С.17–18.

8. Методика расчетов вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ // Министерство топлива и энергетики Российской Федерации Национальный научный центр горного производства институт горного дела им. А. А. Скочинского [Электронный ресурс] : 1999. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/59/59758/index.htm/> (дата обращения 01.05.2022).

9. Михайлов Ю. М. Промышленная безопасность и охрана труда. Справочник руководителя (специалиста) опасного производственного объекта. М. : Альфа–Пресс, 2014. 232 с.

10. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] : URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/> (дата обращения 15.05.2022).

11. О промышленной безопасности опасных производственных объектов // Справочно-правовая система «Техэксперт» [Электронный ресурс] : Федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 116–ФЗ (ред. от 07.03.2017). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058/> (дата обращения 26.02.2022).

12. О специальной оценке условий труда // Справочно–правовая система «Техэксперт» [Электронный ресурс] : Федеральный закон РФ от 28.12.2013 № 426–ФЗ (ред. от 01.05.2016). URL: <http://docs.cntd.ru/document/499067392/> (дата обращения 20.02.2022).

13. Официальный сайт АО «Норильсктрансгаз» [Электронный ресурс] : URL: <https://norilsktgaz.ru/> (дата обращения 12.12.2021).

14. Парфенов В. Г., Сивков Ю. В., Никифоров А. С. Изучение системы менеджмента производственной безопасности и охраны труда персонала. М. : Методические указания. Тюмень: БИК ТюмГНГУ, 2014.С. 42.

15. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты [Электронный ресурс] : Федеральное агентство Российской Федерации по строительству и жилищно-

коммунальному хозяйству. URL: [https://ukka.ru/files/238C2B41AE_primer_rascheta\(uk-ka.ru\).pdf/](https://ukka.ru/files/238C2B41AE_primer_rascheta(uk-ka.ru).pdf/) (дата обращения 20.04.2022).

16. Сокорнова Т. В., Заика Е. А., Дайман С. Ю. Системы экологического менеджмента для практиков. М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. 248 с.

17. Смирнов И. А. Роль и место российских компаний в мировой нефтегазовой промышленности // Российское предпринимательство. М. : 2014. ИНТ. С. 97-101.

18. СТО Норильсктрансгаз 18000.1–002–2014 Идентификация опасностей и управление рисками [Электронный ресурс] : Стандарт предприятия АО «Норильсктрансгаз». 2014. URL: <https://sotsinvest.gazprom.ru/d/textpage/51/81/cto-gazprom-18000.1-002-2014.pdf/> (дата обращения 21.03.2022).

19. Яндыганов Я. Я. Экономика природопользования: учебник. М. : КНОРУС, 2015. 576 с.

20. Янковский В. К. Пособие по охране труда в вопросах и ответах. М. : Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2017. 278 с.

21. Barducci G, Franchino R. The RDF gasifier of florentine area (Greve in Chianti). I Simposio Italo-Brasiliano di Ingegneria Sanitaria-Ambientale SIBESA. 1992. P. 80–94.

22. Blasi C. Dynamic behaviour of stratified downdraftgasifier. Chemical Engineering Science. 2000. 189 p.

23. Global construction and the environment: strategies and opportunities/ F. Moavenzadeh. New-York. Chischester / Toronto / John Willey & Sons, inc., 1994. 293 p.

24. Hauserman W. B. Biomass gasifiers for fuel cellssystems. La Chimica e Industria. 1997. 150 p.

25. The global partnership for environment and development: a guide to Agenda 21. Geneva. 1992. 116 p.