

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)

20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы управления производственной, промышленной и экологической безопасностью  
(направленность (профиль))

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Анализ и разработка процедуры применение технических средств и методов  
управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения  
безопасности труда»

Обучающийся

А. В. Решетников

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к. т. н., доцент, В.Н. Макарова

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

Тольятти 2023

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения .....	7
Перечень обозначений и сокращений.....	8
1 Анализ применяемых технических средств и методов управления системой охраны и безопасности труда в организации ООО «НарСвет» .....	9
1.1 Нормативно-правовое обеспечение системы охраны труда, в организации .....	9
1.2 Методы управления системой охраны и безопасности труда в организации .....	19
2 Исследование внедрения процедуры применение технических средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.....	31
2.1 Критерии функционирования средств и методов управления системой охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.....	31
2.3 Методы управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.....	34
3 Опытно-экспериментальная апробация средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда .....	41
3.1 Технология (программа) внедрения средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Результаты внедрения.....	41
3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов и средств управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.....	73
Заключение .....	81
Список используемых источников.....	84

## Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования.

Условиями безопасного производства и эксплуатации являются диагностика и своевременный ремонт оборудования. Определение качества выпускаемого оборудования, определение остаточного ресурса и продление срока службы эксплуатируемых объектов – важнейшие задачи, стоящие в настоящее время в машиностроении, энергетике, нефте- и газодобывающих, а также перерабатывающих отраслях промышленности РФ.

Одна из самых сложных и важных задач при бурении нефтяных и газовых скважин – обеспечение безопасности и технологичности оборудования. В 2019 году произошло 10 аварий на нефтяных и газовых месторождениях, где причиной аварии служило или разрыв неисправность технологического трубопровода [27].

Одно из последствий таких аварий – возникновения открытого газового фонтана, ликвидация которого сопряжена с опасными для жизни и здоровья людей процессами.

Основной метод контроля за надежной и безопасной работой технологических трубопроводов – периодические ревизии и диагностика. Результаты диагностики служат основанием для оценки состояния трубопровода и возможности его дальнейшей эксплуатации.

Таким образом, технические средства и методы управления охраной труда при контроле технологических трубопроводов актуальная тема для исследования.

Объект исследования: система охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Предмет исследования: технические средства и методы управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Целью исследования является разработка процедуры применения технических средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Гипотеза исследования состоит в том, что применение автоматизации управления скважиной (автоматизированного рабочего места) в качестве технического средства управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда, может почти полностью исключить человеческий фактор; следовательно, автоматизированная система управления скважиной может повысить безопасность и эффективность операций на скважине.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать научную и нормативно-правовую литературу в сфере применения технических средств и методов управления в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда;
- рассмотреть методы и системы управления производственной безопасностью при бурении нефтяных и газовых скважин;
- исследовать подходы к внедрению технических средств и методов управления, а также реорганизации рабочих процессов в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда;
- разработать технологию (программу) внедрения средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда;
- оценить эффективность внедрения предлагаемых методов и средств управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: составили труды российских ученых, практиков в области исследования систем охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Методы исследования. Эмпирический метод исследования – наблюдение и исследование техносферной безопасности объектов промышленности.

Теоретический метод исследования – анализ научных публикаций (периодических изданий, материалов сборников научных конференций) и учебных пособий (учебники, учебные пособия, методические указания), затрагивающих тематику научно–исследовательской работы.

Опытно-экспериментальный метод исследования – апробация предложенных методов и средств управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда на базе исследования.

Опытно-экспериментальная база исследования: ООО «НарСвет».

Научная новизна исследования заключается в разработке автоматизированной процедуры управления и реорганизации работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что результаты исследовательской части могут быть использованы для совершенствования управления производственной безопасностью при бурении нефтяных и газовых скважин.

Практическая значимость исследования: применяемые технические средства ООО «НарСвет» позволят снизить травматизм на предприятии.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались: использованием сертифицированного измерительного оборудования, корректным применением методов системного анализа, а также результатами экспериментальной проверки.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в разработке процедуры применения технических средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Апробация предложения проходила на базе ООО «НарСвет».

Опубликованная статья: Решетников А.В. Разработка проекта технического решения, направленного на улучшение техносферной безопасности // «Экономика и социум» № 2(105), 2023 С. 4-10.

На защиту выносятся:

- методы и системы управления производственной безопасностью при бурении нефтяных и газовых скважин;
- оценка эффективности средства автоматизации управления скважиной с примененным контролером защиты скважины и автоматическим формированием отчетной документации по состоянию охраны труда за смену.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 13 рисунков, 5 таблицы, список используемых источников (34 источника). Основной текст работы изложен на 88 страницах.

## Термины и определения

В данной работе используются следующие термины и определения:

Бурение – «процесс образования горной выработки, преимущественно круглого сечения, путем разрушения горных пород главным образом буровым инструментом (реже термическим, гидроэрозионным, взрывным и другими способами) с удалением продуктов разрушения» [6].

Скважина (нефтяная, газовая, водяная и т.п.) – «сооружение, преимущественно круглого сечения, образуемое путем бурения и крепления и характеризуемое относительно малым размером площади поперечных сечений по сравнению с размером площади боковой поверхности и заранее заданным положением в пространстве» [6].

Буровой инструмент – «общее название механизмов и приспособлений, применяемых при бурении скважин и ликвидации аварий, возникающих в скважинах» [6].

Буровой раствор (промывочная жидкость) – «технологическое наименование сложной многокомпонентной дисперсной системы суспензионных и аэрированных жидкостей, применяемых при промывке скважин в процессе бурения» [6].

## Перечень обозначений и сокращений

В данной работе используются следующие обозначения и сокращения:

АПК – Аппаратно-программный комплекс;

АРМ – Автоматизированное рабочее место;

ГТИ – Геолого-технологические исследования;

ГНК – Геонавигационный комплекс;

ГИС – Геофизические исследования скважины;

ГК, НГК, ПС, КС – аббревиатуры, обозначающие определенный метод ГИС в стволе скважины;

ГНВП – Газонефтеводопроявление;

ГРП – Гидравлический разрыв пласта;

ГТИ – Геолого-технологические исследования;

ГТК – Геолого-технологический контроль, включающий в себя геологотехнологические и геолого-геохимические исследования и газовый каротаж;

ГТН – Геолого-технический наряд на строительство (восстановление) скважины;

ИИС – Информационно-измерительные системы;

ИТР – Инженерно-технический работник;

КИПиА – Контрольно-измерительные приборы и автоматик;

ЛНА – локальный нормативный акт;

МОТ – Международная организация труда;

НГВП – Нефтегазоводопроявление;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ОТ – охрана труда;

СОУТ – специальная оценка условий труда;

УТ – Условия труда.



# **1 Анализ применяемых технических средств и методов управления системой охраны и безопасности труда в организации ООО «НарСвет»**

## **1.1 Нормативно-правовое обеспечение системы охраны труда, в организации**

В России нормативно-правовое обеспечение системы охраны труда в организации бурения нефтяных скважин включает следующие основные законы и нормативные документы.

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). Основными нормативными актами в области труда являются Трудовой кодекс РФ и соответствующие подзаконные акты. Они устанавливают общие принципы и нормы, касающиеся безопасности и охраны труда всех работников. Он определяет права и обязанности работодателей и работников, порядок проведения проверок и надзора за соблюдением требований охраны труда, а также ответственность за нарушения законодательства.

Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 774н «Об утверждении общих требований к организации безопасного рабочего места» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.11.2021 № 65987) данный приказ устанавливает основные требования к организации безопасного рабочего места.

Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ (последняя редакция): данный закон регулирует вопросы промышленной безопасности на опасных производственных объектах, включая буровые установки и нефтяные скважины. Он устанавливает требования к проектированию, строительству, эксплуатации и ремонту объектов, а также порядок лицензирования и государственного контроля.

Приказ Ростехнадзора РФ «Об утверждении правил безопасности при бурении нефтяных и газовых скважин» № 534 от 15.12.2020. Это важный нормативный документ, который устанавливает конкретные требования и правила безопасности при бурении нефтяных и газовых скважин. Он регулирует такие аспекты, как безопасность оборудования, использование личной защитной экипировки, процедуры контроля и предотвращения аварийных ситуаций, а также требования по обучению и квалификации работников.

«Основные направления государственной политики в области охраны труда изложены в Трудовом кодексе РФ и законах, развивающих это направление в трудовых отношениях. Законодательство Российской Федерации о труде в полной мере соответствует международным и правовым нормам и актам Международной организации труда (МОТ), а также директивам и документам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ)» [2, 22].

«В ст.115 Конституции РФ говорится, что общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры РФ являются составной частью её правовой системы. Причём, если международным договором РФ установлены иные нормы и правила, чем предусмотренные Российским законом, и они ратифицированы, то применяются правила международного договора (соглашения)» [2].

«В условиях рыночных отношений проводимый государством курс на интеграцию в международную экономику требует новых подходов в управлении охраной труда и промышленной безопасностью» [9].

«Специалисты МОТ и ВОЗ приняли более 170 конвенций и 180 рекомендаций по охране труда и выделили более 150 классов профессиональных рисков и приблизительно 1000 их видов, которые представляют реальную опасность для 2000 разных профессий. При этом считается, что данная классификация является не полной и охватывает только отдельные аспекты безопасности и гигиены труда» [9].

«В 2009 году в РФ вступил в силу ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система управления охраной труда в организации», дата введения 01.07.2010, устанавливающий общие требования к управлению охраной труда на предприятии. Этот стандарт относится к стандартам нового поколения, гармонизированным с соответствующими международными стандартами (OHSAS 180001)» [11].

«Введение в практику деятельности российских организаций ГОСТ Р 12.0.007-2009 позволяет теперь говорить о широкомасштабном переходе всех организаций к разработке новой модели систем управления охраной труда адекватной рыночной экономике и международным требованиям» [11].

«Во введении к этому стандарту обращается внимание, что в связи с ужесточением законодательства по охране труда и реформированием экономики многие организации проявляют заинтересованность в повышении эффективности управления охраной труда, что и послужило основанием к разработке указанного выше стандарта» [11].

«При этом исходили из того, что методология создания и функционирования систем управления (менеджмента) по ряду направлений определяется общепризнанными международными нормами ИСО серия 9000 (управление качеством) и ИСО серии 14000 (управление охраной окружающей среды). В основе методологии создания и функционирования системы управления, определяемой этими международными стандартами, положены известные принципы; «планируй-выполняй контролируй-совершенствуй», реализуемые в рамках политики в рассматриваемом направлении деятельности. Она и была использована в ГОСТ 12.0.006 «Общие требования к системе управления охраной труда в организации», Дата введения 01.01.2003 г.» [11].

«С введением современных систем управления в этой области в соответствии с ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система стандартов безопасности труда», гармонизированным с международным стандартом OHSAS 18001:1999 «Требования к управлению профессиональным здоровьем и

безопасностью» и Руководством МОТ ILO-OSH 2001 по системам управления охраной труда, а также в соответствии с ГОСТ Р 51897-2002 «Менеджмент риска. Термины и определения», дата введения 01.01.2003 г., ГОСТ Р 51898-2002 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты», дата введения 01.01.2003, международными стандартами ИСО 9000:2000, ИСО 14000:2004 возникла необходимость в разработке систем управления охраной труда (в дальнейшем более широком понятии – безопасностью труда) в масштабах всей страны и каждого предприятия» [11].

В связи с этим Федерацией независимых профсоюзов России (ФНПР) еще в 2001 году было принято решение о создании системы непрерывного образования в области охраны труда, промышленной безопасности и защиты окружающей среды, ориентированной на международные стандарты.

«Обязанность работодателя «обеспечивать безопасность и условия труда, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда» закреплена ст.22 ТК РФ» [5].

«В том же документе законодатель в разделе X Охрана труда (ст.ст.209-231) обязал работодателя выполнять различные требования, снижающие риски производственного травматизма и профзаболеваемости в процессе трудовой деятельности» [5].

Таким образом, в Российской Федерации достаточно обширная нормативно-правовая база по теме управления охраной труда на предприятиях.

В дополнение к основным законам существуют ряд нормативно-технических документов, которые определяют специфические требования и стандарты безопасности для буровых работ. Эти документы включают в себя стандарты безопасности, методические пособия и прочая техническая документация по объектам.

Кроме того, в организации ООО «НарСвет» применяются локальные нормативные акты (ЛНА) для обеспечения системы охраны труда в организации.

Каждое мероприятие по охране труда должно быть оформлено локальным нормативным актом. В противном случае проверяющий инспектор может установить штраф за невыполнение этого мероприятия. В статье мы рассказали, как провести аудит документации по охране труда так, чтобы не навлечь неприятности на организацию и не составлять не нужные документы, отвлекающие от главной задачи специалиста по охране труда – защищать работников от опасностей.

Локальные нормативные акты в системе охраны труда организации бурения нефтяных скважин ООО «НарСвет» разрабатываются самой организацией в соответствии с общими требованиями федерального законодательства и нормативных документов. Эти акты имеют целью конкретизировать и детализировать требования по обеспечению безопасности и охраны труда при выполнении работ по бурению скважин. Ниже приведены возможные составляющие локальных нормативных актов организации бурения нефтяных скважин:

Положение о системе охраны труда: документ, который определяет структуру и функции системы охраны труда в организации, а также роли и обязанности ответственных лиц. В нем могут быть указаны меры по обеспечению безопасности работников при бурении скважин.

Инструкции по безопасной эксплуатации оборудования: данные инструкции подробно описывают правила и процедуры, которые работники должны соблюдать при работе с буровым оборудованием. Они могут включать в себя требования к настройке, монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту оборудования.

Инструкции по выполнению работ: в этих инструкциях указываются безопасные методы выполнения конкретных операций при бурении скважин. Они могут включать в себя указания по безопасному перемещению, использованию инструментов, манипуляции с материалами и контролю качества выполненных работ.

Правила использования личной защитной экипировки: документ, который определяет требования к использованию специальной защитной экипировки работниками, включая каски, защитные очки, защитную обувь, перчатки и другие средства защиты, соответствующие требованиям безопасности при бурении скважин.

Программы обучения и инструктажа: данные программы определяют содержание и расписание обучения работников по вопросам безопасности и охраны труда при бурении скважин. Они также включают инструктажи, проводимые перед выполнением определенных операций или работ.

Планы эвакуации и меры по предотвращению аварийных ситуаций так же входят в перечень ЛНА по охране труда в ООО «НарСвет».

На ООО «НарСвет» действуют такие локально-нормативные документы как:

- Приказ о внутреннем распорядке ООО «НарСвет»;
- Положение о персональных данных ООО «НарСвет»;
- Положение о премировании ООО «НарСвет»;
- Положение о командировках ООО «НарСвет»;
- Положение о порядке расследования микротравм в ООО «НарСвет»;
- Положение о коммерческой тайне ООО «НарСвет»;
- Положение о корпоративной этике ООО «НарСвет».

Рассмотрим характеристику организации ООО «НарСвет». Организация является подрядчиком в проведении буровых работ на нефтяных и газовых месторождениях. Организация существует с 1992 года и имеет большой опыт в проведении сложных бурильных работ.

Кратко опишем основные составляющих технологического процесса бурения скважины.

В то время как геофизическая разведка является первоначальным методом, используемым для оценки потенциальных источников углеводородов, единственным окончательным способом определения

наличия нефти и газа является бурение разведочной скважины. Сначала на определенной площадке обычно пробуривается одна разведочная скважина (хотя в географической области может быть пробурено несколько разведочных скважин для оценки степени ресурса), но как только компания оттачивает лучшие места для ресурса, тогда на кустовой площадке можно пробурить несколько скважин на последующей стадии разработки. Однако важно отметить, что многие разведочные скважины не приносят успеха и, следовательно, никогда не разрабатываются полностью. Ниже описан процесс строительства и бурения скважин.

Оператор часто сначала работает с землевладельцем, чтобы выбрать участок кустовой площадки и определить необходимость в подъездных дорогах. После модернизации местных дорог или строительства новых оператор расчищает и выравнивает землю и строит площадку. Строительство кустовой площадки может занять от нескольких недель до месяцев, в зависимости от характеристик площадки, целевого пласта и подхода компании к разведке и разработке. В рамках инфраструктуры кустовых площадок оператор устанавливает сооружения для хранения буровых растворов и сброса сточных вод в ямы или резервуары. Также могут быть построены трубопроводы для транспортировки воды на площадку и обратно.

Компании также могут строить временные дома для своих работников. При этом они обязаны соблюдать правила местного и государственного департамента здравоохранения в отношении жилищного строительства и удаления отходов.

В течение периода строительства тяжелые грузовики перевозят землю и транспортное оборудование, и материалы на площадку и с нее, включая буровую установку, складские контейнеры, жилье для временных рабочих и офисные трейлеры. Объем трафика может существенно варьироваться в зависимости от активности на площадке, достигая пика в дни до и после бурения и завершения каждой скважины. Согласно одной из оценок, на ранней стадии разработки скважины может быть в общей сложности 1148

поездок тяжелых грузовиков в одну сторону и 831 поездок легких грузовиков в одну сторону [8].

На протяжении фазы разведочного бурения грузовики будут продолжать обеспечивать площадку водой, продуктами питания и топливом. Оператор должен соблюдать правила Министерства транспорта по планированию и разрешению перевозки тяжелых грузов.

На этом этапе разведки компании обычно привлекают опытных подрядчиков для работы на буровых установках. На этапе бурения сотрудники могут работать по 12 часов в смену на буровой установке, которая работает 24 часа в сутки. В других случаях бригада, работающая на буровой, может быть намного меньше. Некоторые работники могут находиться на площадке всего в течение нескольких часов для выполнения конкретной задачи или могут переключаться между несколькими скважинами в один и тот же день.

После установки оборудования, инфраструктуры и буровой установки оператор готовится к бурению скважины. В целях безопасности установлено устройство предотвращения выброса на случай попадания в зону высокого давления. Затем оператор начинает бурение дыры в земле, называемой стволом скважины. Буровой раствор закачивается в ствол скважины для смазки бурового снаряда и поддержания надлежащего баланса давления в необсаженном стволе скважины. На выбранных глубинах в нижележащей геологии долото удаляется из ствола скважины и устанавливаются слои стальной обсадной трубы и цемента, чтобы изолировать скважину от окружающей породы, как для стабилизации ствола скважины, так и для защиты подземных источников воды. Каждая обсадная колонна испытывается под давлением после того, как цемент установлен и затвердел в зависимости от расположения скважины и геологии участка. На рисунке 1 представлены элементы конструкции скважины с описанием.



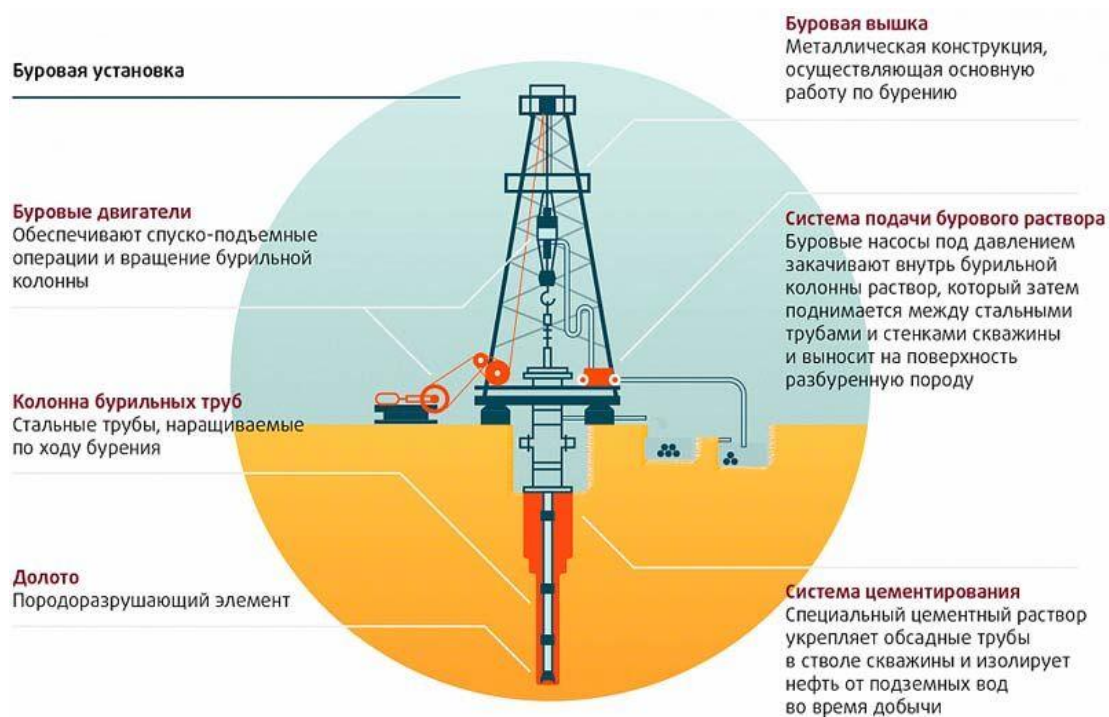


Рисунок 1 – Элементы конструкции скважины [8]

Во время бурения в скважине будут проводиться измерения для определения подповерхностной толщины и глубины формаций, минералогии и типов присутствующих флюидов. Буровой шлам – фрагменты породы, образовавшиеся при использовании бурового долота, – исследуются, чтобы определить, присутствуют ли нефть и газ, и если да, то в каком количестве. Модели, основанные на этих комбинированных данных, могут помочь сделать надежный прогноз наличия углеводородов в масштабе всего бассейна. Если ресурсы кажутся многообещающими, оператор продолжит заканчивание и гидравлические испытания скважины и, вероятно, будет пробурить, заканчивать и испытать дополнительные разведочные скважины для оценки конкретной географической области.

После обсадки ствола скважины оператор начинает процесс заканчивания, подготавливая его к добыче нефти или газа, удаляя буровую установку и заменяя ее установкой для капитального ремонта или заканчивания скважины. Сначала скважину проверяют на целостность. Затем начинается процесс гидроразрыва пласта. Для разрыва сланца оператор

вставляет перфорационный инструмент в ствол скважины на глубине сланцевого пласта, что создает отверстия в обсадной колонне скважины. Делается это поэтапно. Большие объемы жидкости для гидроразрыва – смеси, обычно состоящей преимущественно из воды, песка и химикатов, – закачиваются в скважину под высоким давлением, так что жидкость может протекать через новые или существующие трещины в сланцевой породе. Песок удерживает эти трещины открытыми, позволяя нефти или газу течь обратно в ствол скважины. На этапе разведки природный газ, добываемый из скважины (или добываемый совместно, в случае скважины со сланцевой нефтью), может быть выпущен в атмосферу (сброшен), сожжен (факел) или уловлен и отправлен на рынок.

По данным Американского института нефти, при разведке и добыче нефти и газа в 1995 году образовалось 149 миллионов баррелей отходов бурения (последний раз проводился анализ), которые в основном состоят из бурового шлама и бурового раствора [12].

Большая часть отходов закапывается на месте или временно хранится, а затем вывозится на свалки. Как и в случае с пластовой водой, твердые отходы также могут удаляться в скважины с подземным контролем закачки. В некоторых случаях буровой шлам можно использовать повторно, например, для удаления пыли на дороге. Хотя такое использование отходов регулируется, высказывались опасения по поводу потенциального загрязнения почвы и воды из-за повторного использования отходов таким образом.

После того, как разведочные скважины завершены и проведены испытания потока, компания изучает собранные данные, чтобы определить, являются ли операции в этом районе финансово жизнеспособными, расчет, который включает производственный потенциал, площадь под контролем компании и текущую стоимость ресурсов. Установка может оставаться бездействующим в течение нескольких лет, пока компания взвешивает затраты и выгоды и ожидает появления подходящих экономических условий.

Однако время для обсуждения ограничено законами, которые требуют, чтобы оператор либо ввел скважину в эксплуатацию в течение определенного периода времени, либо временно или навсегда покинул площадку.

## **1.2 Методы управления системой охраны и безопасности труда в организации**

Системы управления производственной безопасностью на объектах нефте-газодобычи, как самостоятельная дисциплина, являются достаточно новой темой для изучения во всем мире.

«На сегодняшний день нефть и газ являются основными источниками энергии на Земле. Нефтегазовая промышленность во многих странах играет огромную роль в их процветании. На буровых установках все основные процессы производят обычные люди, поэтому можно сказать, что обеспечение безопасности рабочего персонала и интенсификация производства является неотъемлемой частью процесса бурения» [1].

В России правила безопасности в нефтяной промышленности регламентируются приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» от 15 декабря 2020 года № 534 (с изменениями на 19 января 2022 года) [25].

Некоторые крупные Российские нефтедобывающие компании внедряют в своей деятельности международный стандарт – OSHA. В настоящее время все аспекты операций по бурению и обслуживанию нефтяных и газовых скважин регулируются общими отраслевыми стандартами OSHA, а деятельность по подготовке площадки охватывается строительными стандартами OSHA (OSHA, 2017a).

Однако, существуют особые опасности, существующие на рабочих местах, которые не рассматриваются в вышеупомянутых двух стандартах, охватываются положениями об общих обязанностях.

Для разработки отдельного правила для операций бурения и обслуживания OSHA провела исследования смертельных травм, связанных с операциями в 1980-х годах. В ходе исследований были выявлены основные опасности и причинные факторы, приводящие к инцидентам, из чего следует, что общие отраслевые стандарты не могут адекватно устранить опасности, связанные с бурением и обслуживанием. Таким образом, в 1983 году OSHA разработала проект стандарта (48 FR 57202), касающийся опасностей, и сделала его дополнением к Общим отраслевым стандартам OSHA.

За последние 30 лет совершенствовались методы работы, улучшились знания как работника, так и работодателя, а культура безопасности отрасли изменилась. Поэтому выводы из этих исследований могут быть не очень полезны для современной нефтегазовой отрасли.

Помимо OSHA PSM, еще одна система управления, которая может быть распространена на операции бурения и обслуживания нефти и газа, – это системы управления безопасностью и окружающей средой.

Принятие этой системы выгодно для отраслей, поскольку оно является основой для отрасли, чтобы оценить свои показатели безопасности и понять, как улучшить показатели безопасности.

Рассмотрим основные причины аварий и несчастных случаев на предприятиях бурения нефтяных скважин.

«По данным статистики по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2018-2019 гг. наибольшее число аварий– пожары и взрывы на сооружениях по подготовке нефти и газа (7 аварий), а также открытые фонтаны и выбросы на нефтяных и газовых скважинах (5 аварий). Зарегистрировано 4 аварии с падением буровых вышек и разрушением их частей, в основном агрегатов для подземного ремонта скважин. В числе 3

прочих аварий – аварийные разливы нефти на промысловых трубопроводах» [25].

Классификация риска добычи нефти отличается от любого другого вида риска.

В соответствии с теорией управления рисками и в сочетании с характеристиками нефтяных операций, можно привести следующие виды риска при бурении нефтяных скважин:

Природный экологический риск и климатический риск. Во многих случаях климатические условия влияют на объем нефтяных операций. Например, существует большая ненадежность работы скважины, когда идет дождь или снег, и существует большой риск теплового удара для нефтяных операций в очень жаркую погоду.

Факторы, такие как структура и сложность нефтяного бассейна, запасы и обилие нефтяного бассейна, природа нефтяного бассейна, глубина залегания нефтяного бассейна, начальное пластовое давление, проницаемость, активная пористость, пещера, условия разлома и твердость подземных пород повлияет на ход и качество нефтяных операций.

Инженерный риск. Факторы, такие как неправильное использование методов разведки, неточная интерпретация сейсмических данных и неточное позиционирование разведочных скважин в процессе разведки, могут привести к убыткам для нефтяного предприятия.

Факторы, такие как неподходящий метод добычи, задержка в разработке, изменения в инженерном проекте и технические проблемы в процессе разработки, могут привести к убыткам для нефтяного предприятия. Например, существует большая угроза безопасности для нефтяных операций из-за неправильного понимания пласта, повреждения обсадной колонны, слишком высокого пластового давления, отсутствия контроля над скважиной и многих других факторов.

Строительный риск – это убытки, вызванные такими факторами, как технический недостаток, непревзойденное оборудование и длительный период строительства в процессе построения согласованной поверхности.

Риск управления, риск человеческих ресурсов. Факторы, такие как общее качество, операционный уровень, культурный уровень, возрастной состав сотрудников и общее качество, управленческие способности, лидерство и харизма руководителей, будут влиять на нефтяные операции.

Факторы, такие как неправильный организационный механизм, ненадлежащее укомплектование штатов и нерациональное распределение обязанностей, будут влиять на нефтяные операции. Кроме того, риск организации будет возникать из-за разного понимания, отношения и действий секторов нефтяных операций. Организационный риск будет влиять на операционный период, тем самым влияя на экономическую эффективность предприятия.

Риск эксплуатационного оборудования. Управление эксплуатационным оборудованием повлияет на ожидаемую прибыль в процессе нефтяных операций.

В процессе разведки и разработки нефти и газа, эксплуатационное оборудование является одним из необходимых устройств для повышения дебита нефтяных скважин, которое напрямую влияет на ход нефтяных операций. Риск спора Поля фермера окружают нефтяные скважины, поэтому строительные работы часто подчиняются фермерам. Каждый нефтяной спор между персоналом и фермерами связан с большим количеством компенсационных расходов, и каждый нефтяной спор серьезно влияет на ход строительства скважин. Это вызывает нефтяные операции большие экономические потери.

Риск защиты окружающей среды Добыча нефти загрязняют окружающую среду, поэтому нефтяное предприятие должно соблюдать соответствующие экологические нормы и правила и вкладывать средства в переработку. Если предприятие создает загрязнение окружающей среды из-за

того, что оно не приняло меры по обработке, оно будет оштрафовано или даже получит приказ приостановить работу, и нефтяные операции столкнутся с риском.

Первые два фактора – природный экологический риск и инженерный риск во многом могут не зависеть от участия человека, то последний фактор – риск управления во многом зависит именно от человека и от его принятых решений.

«Известно немало аварий на буровых установках, такие как ГНВП, открытый фонтан, прихват, ГРП и так далее, что ведет в первую очередь, к несчастным случаям с летальным исходом, к загрязнению окружающей среды -экологическим проблемам и к финансовым убыткам» [2].

«Такие аварии – это результат халатности рабочих или вышестоящих лиц, или других непредвиденные ситуации. Конечно, есть множество вариантов минимизации опасных ситуаций бурового процесса. Использование автоматизированных технологических систем является одним из основных методов» [3].

Чтобы успешно нейтрализовать этот вид рисков на производстве, предложим стратегию осведомленности о риске. Она включает в себя несколько мероприятий.

1. Анализ критических ситуаций. Нефтяники должны иметь высокий уровень профессионализма, чтобы успешно анализировать различные риски, с которыми сталкиваются, и принимать упреждающий подход для устранения риска и контроля риска. Как только все сотрудники будут правильно анализировать критические ситуации, предприятие может предпринять быстрые действия, когда оно сталкивается с серьезным неожиданным событием, которое может значительно уменьшить вероятность потери.

2. «Безопасность как привычка». Согласно статистике, 70...80 % несчастных случаев на предприятиях вызваны ошибками оператора или некачественной работой. Поэтому нефтяное предприятие должно повысить

уровень образования работников и время от времени проводить проверки, пропаганду и коммуникацию различными способами. Например, предприятие должно использовать такие методы, такие как плакаты, конкурсы викторин и техническое соревнование, для повышения уровня знаний о безопасности, а также наносить явные знаки или инструкции на стену или машину в подверженных авариям зонах и проводить регулярные учения по авариям.

3. Точный менеджмент. Система контроля качества. Нефтяные предприятия должны установить строгую систему обеспечения качества и систему ответственности за качество, чтобы уточнить обязанности и строго контролировать все аспекты. Во всем процессе управления, прежде всего, должны установить цели качества в соответствии с условиями рабочей команды и характеристиками строительства, а затем подготовить проект строительства скважины в сочетании с целями качества для разработки конкретных планов и мер обеспечения качества.

В течение всего процесса строительства и эксплуатации скважины предприятие должно соответствовать техническим требованиям для построения технологического процесса, стандартам качества и инструкциям по эксплуатации, а также выполнять стандартные операции, придерживаться динамического управления, создавать строгую систему проверки и продолжать совершенствовать строительные технологии для обеспечения качества нефтяных работ.

Предприятие должно усилить качественное управление авариями, уделять внимание отчетам, расследованию и обработке аварий и своевременно анализировать потери массы, чтобы уменьшить количество аварий.

Система контроля и управления безопасностью. Предприятие должно обеспечивать безопасность различных производственных площадок за счет правильного отображения бизнес-процессов, рисков и средств контроля,



задействованных во всех трех сегментах (добыча, транспортировка и переработка) нефтегазовой отрасли.

Предприятие должно усовершенствовать систему штрафов за нарушение правил безопасности, чтобы дать четкое определение различным видам действий с нарушением правил.

Предприятие может создать команду по надзору и инспекции безопасности, состоящую из опытных работников старшего возраста. Команда должна осуществлять надзор за производством и распределять ответственность между отдельными лицами. Существует четкое разделение обязанностей между руководством и персоналом. Нефтяное предприятие должно сосредоточиться на мониторинге разработки программы безопасности, реализации мер по выявлению рисков и трудовой дисциплины на рабочем месте, чтобы обеспечить дальнейшее управление безопасностью.

Основные технологии – лучший показатель конкурентоспособности предприятия. Обзор истории нефтяных предприятий показывает, что для нефтяных предприятий наиболее длительным и фундаментальным движущим фактором является технический прогресс, такой как технология трехмерной сейсмической съемки, технология горизонтального бурения, технология глубокого бурения, технология бурения ERD Wells и технология кластерных скважин.

С расширением предприятия нефтяные операции должны быть ориентированы на потребности рынка и продолжать осуществлять технические инновации [24].

«Автоматизация процессов – это технологии современности, заменяющие физический труд человека и возможно уменьшающие риск аварий и несчастных случаев. Кроме обеспечения безопасности автоматизация играет огромную роль в нефтяной промышленности при проведении геологоразведочных работ» [4].

«Новые технологии открывают большие возможности при замере параметров на забое, также возможность экранировать скважину в реальном времени, что несомненно большой плюс» [5].

На сегодняшний день требуют интенсификацию, увеличение скоростей проходки, в связи с чем возросла, как и физическая так и психологическая нагрузка на рабочий персонал и буровика, ответственного за принятие важных решений. Из-за такого давления часто принимаются неправильные технологические решения, что ведет к простоям, занимающие в итоге 7...8% от времени бурения [5].

С углублением скважины происходит непредсказуемость разрабатываемой среды вследствие геологических и технологических признаков. Буровик, основываясь на свои приобретенные знания опыт за время работы способен осуществлять бурение не по плану, ради того, чтобы вовремя предотвратить непредвиденные ситуации. Но такие навыки приходят с годами работы, поэтому намного проще научить неопытного буровика пользоваться автоматизированными системами, которые осуществляли бы правильный выбор оптимальных параметров бурения [6].

Автоматизирование производства также является одним из методов экономической выгоды. Не все устройства могут быть реализованы буровиками подручными средствами – это оптимизация, управление по каким-либо второстепенным признакам, которые невозможно измерить. Ну и другой метод эффективности – повышение производительности, увеличением скорости проходки инфицированием работ и снижением использования изнашивающихся материалов, энергии [7].

Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья является одним из важнейших факторов, успешное выполнение которого подтверждает безопасность эксплуатации в сегментах добычи, переработки и сбыта нефтегазовой отрасли.

Теперь рассмотрим состояние производственной безопасности при бурении нефтяных и газовых скважин.

«Переход на рыночные отношения в России привел к реорганизации производственной деятельности в бурении путем выделения из нефтегазовых компаний буровых предприятий и образования рынка буровых подрядчиков. Приобретая статус самостоятельных хозяйствующих субъектов, они стали перед выбором – обанкротиться или повысить уровень конкурентоспособности: улучшать качество работ, совершенствовать технологии, снижать издержки и так далее. Кроме того, значительно расширился круг субъектов, с которыми буровое предприятие связано договорными и иными обязательственными отношениями (субподрядчики, поставщики, инвесторы, страховщики, акционеры и так далее). Каждый из них, стремясь снизить свой риск, выбирает делового партнера, ориентируясь на его конкурентоспособность, которая определяется, главным образом, результативностью и эффективностью его деятельности» [15].

«Теория и практика бурения оказались недостаточно подготовленными к таким изменениям. Особое отставание при этом проявляется в области методологии (терминология, структура, логическая организация, методы и средства) обеспечения результативности (степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов) и эффективности (связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами) бурения скважин. Таким образом, существует практическая потребность в решении крупной научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение – совершенствовании методологических основ повышения результативности и эффективности бурения скважин в соответствии с изменившимися условиями производственной деятельности в бурении» [11].

«Статистический анализ аварийности при добыче нефти свидетельствует об устойчиво высоком его уровне, а также высоком уровне сопровождающего аварии смертельного травматизма в отрасли» [11].

«Помимо динамики абсолютных показателей аварийности и травматизма представляет интерес удельный риск – аварийность по

показателям добычи нефти (количество аварий на млн т добытой нефти) и показателям бурения (количество аварий на тыс. м пробуренных скважин), т. к. именно эти показатели дают реальную картину негативных происшествий в условиях ежегодного изменения объемов добычи и количества пробуренных скважин. Исходные данные для расчета и полученные значения удельного риска представлены в табл. 1 и на рис. 2. Суммарную длину всех пробуренных скважин принимаем как произведение средней глубины скважины на общее число скважин, пробуренных в России в определенном году» [11, 12].

На рисунке 2 изображена динамика абсолютных показателей аварийности и смертельного травматизма при добыче нефти с 2008 по 2018 гг. в Российской Федерации, по оси ординат – количество случаев.

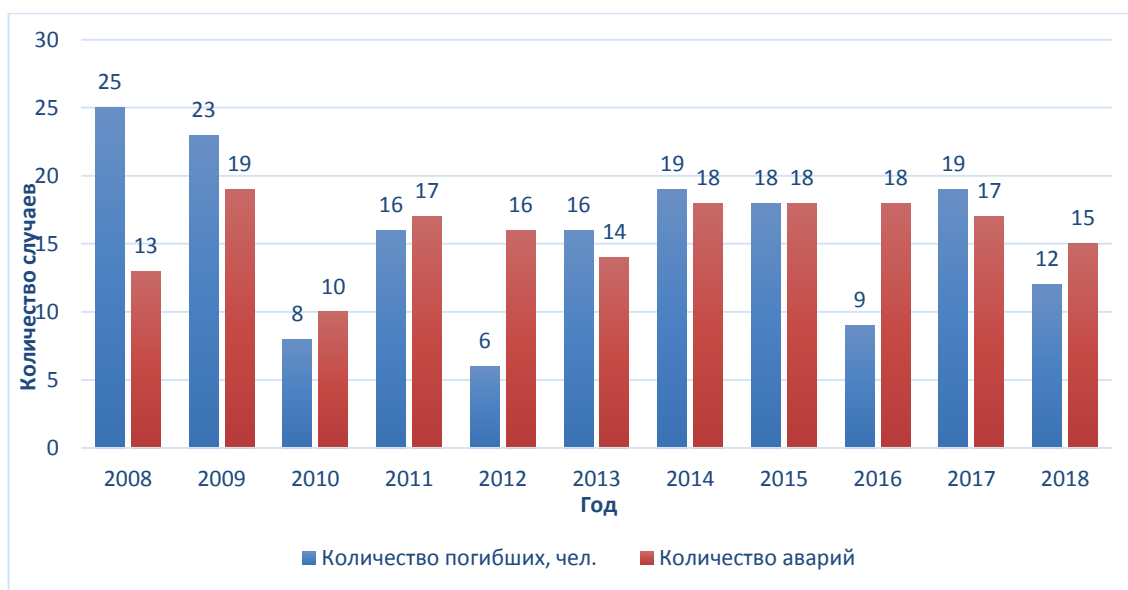


Рисунок 2 – Динамика абсолютных показателей аварийности и смертельного травматизма при добыче нефти [13]

Судя по полученной диаграмме, удельные риски за рассмотренные 10 лет остаются на одном уровне, лишь динамика индивидуального риска смертельного травматизма имеет скачкообразный характер, а риск принимает значения в интервале от  $0,28 \cdot 10^{-4}$  до  $1,06 \cdot 10^{-4}$  1/год.

«Причинно-следственная цепочка событий-предпосылок к авариям и травмам в техносфере выглядит примерно одинаково: ошибочные и

несанкционированные действия работающих, и/или неисправности и отказы технологического оборудования, и/или неблагоприятное влияние внешних факторов, различаясь соотношением каждой группы причин в общем их количестве. Здесь следует отметить повышение значимости в группе технических причин аварийности и травматизма в нефтедобыче такого фактора, как изношенность используемого оборудования» [13].

«По данным буровое оборудование (при бурении на нефть и газ), используемое в РФ, изношено на 50%, трубопроводное – на 65%, и, соответственно, к 2012 г. было только 17% буровых установок, изготовленных после 2000 г., а 63% – в 1980-х гг. В ежегодных докладах Ростехнадзора анализируется та же проблема: отмечается, что в 2015 г. доля оборудования, проработавшего более 25 лет, составляет 48% от общего количества» [13].

«Другая группа причин аварийности и травматизма – человеческий фактор, низкий уровень культуры безопасности работников. Здесь, помимо всегда отмечаемых недостаточной организации производства работ и низкого качества надзора и контроля за опасными работами, выявляют дополнительные факторы, представляющие угрозу безопасности, такие как: толерантность к неисправностям систем и ресурсов; девиантное поведение; самоуверенность» [14].

В статье [14] подчеркивается, что культура безопасности работников, а также мотивация ответственности персонала к собственной безопасности и безопасности окружающих в сочетании с новыми техническими средствами обязаны стать залогом существенного снижения травматизма на производстве.

«Любая выполняемая работа требует к себе вдумчивого и ответственного отношения, но если труд сопровождают серьезные опасности, как в нефтедобыче, например, то приверженность культуре безопасности должна быть полная» [14].

«Добыча нефти на месторождениях осуществляется в несколько этапов: строительство скважин; сбор и транспортировки продукции нефтяных скважин; подготовка нефти, газа и воды; поддержание пластового давления; методы воздействия на пласт и вспомогательные процессы. Каждый этап является источником своих опасных и вредных факторов, а также характерных причин аварийных ситуаций» [15].

Выводы по разделу 1.

В первом разделе «Анализ применяемых технических средств и методов управления системой охраны и безопасности труда в организации ООО «НарСвет» проводится анализ нормативно-правового обеспечения системы охраны труда, в организации.

Рассмотрены локальные нормативно-правовые акты в организации ООО «НарСвет».

Анализ показал наличие и актуальность процедур и инструкций по безопасности, которые регулируют выполнение работ и меры предосторожности. Такие документы понятны, доступны работникам и регулярно обновляются в соответствии с изменениями в рабочей среде и требованиями законодательства.

В разделе так же рассматриваются методы управления системой охраны и безопасности труда в организации.

Оценка применяемых технических средств и оборудования включает их соответствие требованиям безопасности, наличие необходимых защитных устройств, инструкций по эксплуатации, а также правильность установки и обслуживания. Используемое оборудование на предприятии не представляет угрозы для работников и соответствует нормам безопасности.

Однако технические средства и методы управления системой охраны и безопасности труда в организации ООО «НарСвет» реализованы не в полном объеме: затруднен сбор статистики, способы передачи данных существуют на разных носителях, отсутствует единая автоматизированная системой охраны и безопасности труда в организации.

## **2 Исследование внедрения процедуры применение технических средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда**

### **2.1 Критерии функционирования средств и методов управления системой охраны здоровья и обеспечения безопасности труда**

Рассмотрим критерии функционирования средств и методов управления системой охраны здоровья и обеспечения безопасности труда определяют эффективность и успешность применяемых мер и инструментов в области охраны труда.

Критерии функционирования средств и методов управления системой охраны здоровья и обеспечения безопасности труда определяют эффективность и успешность применяемых мер и инструментов в области охраны труда.

Ниже представлены основные критерии, которые как правило используются для оценки функционирования системы охраны здоровья и обеспечения безопасности труда:

- соответствие нормативным требованиям: система охраны труда должна полностью соответствовать требованиям федерального, регионального и локального законодательства в области охраны труда. Она должна включать все необходимые положения и меры, которые обеспечивают безопасные условия труда и защиту здоровья работников;
- эффективность профилактических мер: система охраны труда должна быть способной предотвращать возникновение несчастных случаев, профессиональных заболеваний и иных негативных последствий для здоровья работников. Эффективность мер должна оцениваться на основе статистики и мониторинга происшествий, а также результатов проверок и аудитов;

- обучение и информирование работников: система охраны труда должна предусматривать обучение и информирование всех работников о правилах, процедурах и мерах безопасности, связанных с их трудовой деятельностью. Критерием может быть проверка уровня знаний работников, их участие в тренингах и обучающих программах.
- регулярное обновление и совершенствование системы: система охраны труда должна постоянно совершенствоваться и обновляться в соответствии с изменениями в законодательстве, новыми технологиями и передовыми практиками в области охраны труда. Критерий может включать анализ и ревизию системы, обновление положений и процедур, а также внедрение новых инструментов и методов.
- участие и вовлеченность работников: система охраны труда должна предусматривать участие и вовлеченность работников в процессе ее разработки, реализации и контроля;
- мониторинг и анализ данных: критерием эффективности системы охраны труда является наличие системы мониторинга и анализа данных о происшествиях, несчастных случаях, заболеваниях, а также об оценке условий труда. Это позволяет выявлять причины и факторы риска, а также принимать соответствующие меры для их устранения или снижения;
- актуальность и доступность информации: критерий функционирования системы охраны труда включает наличие актуальной и доступной информации о правилах, процедурах и мерах безопасности для всех работников. Это может включать наличие инструкций, плакатов, памяток, электронных ресурсов и других средств передачи информации;
- реагирование на инциденты: критерий эффективности системы охраны труда включает способность организации реагировать на



- инциденты, происшествия или аварии, а также проведение расследований и анализа причин происшедшего. Это позволяет принимать меры для предотвращения повторения подобных инцидентов и совершенствования системы охраны труда;
- система наград и поощрений: критерий функционирования системы охраны труда включает наличие системы наград и поощрений для работников, которые проявляют активность и принимают участие в улучшении условий и культуры охраны труда. Это способствует повышению мотивации и вовлеченности работников в процессы обеспечения безопасности и охраны здоровья;
  - социальное взаимодействие и диалог: критерий эффективности системы охраны труда включает наличие механизмов социального взаимодействия и диалога между работодателем, работниками и их представителями. Это позволяет обмениваться информацией, выражать мнения и обсуждать вопросы, связанные с охраной труда, а также принимать совместные решения для улучшения условий и практик безопасности и охраны здоровья;
  - эффективность обратной связи и участие работников: Критерий функционирования системы охраны труда включает наличие механизмов для получения обратной связи от работников о существующих условиях труда, выявлении проблем и предложении улучшений. Это способствует активному участию работников в процессе управления системой охраны труда и повышению эффективности ее функционирования;
  - аудит и проверки соответствия: Критерий эффективности системы охраны труда включает регулярное проведение аудитов и проверок соответствия требованиям нормативных документов. Это позволяет оценить эффективность системы, выявить возможные нарушения и недостатки, а также предпринять меры для их устранения;

- учет и анализ статистических данных: Критерий функционирования системы охраны труда включает учет и анализ статистических данных о происшествиях, несчастных случаях, заболеваниях и других событиях, связанных с охраной труда. Это позволяет выявлять тенденции, устанавливать приоритеты для принятия мер по снижению рисков и улучшению условий труда;
- соответствие международным стандартам: Критерий функционирования системы охраны труда включает соответствие международным стандартам, таким как стандарты Международной организации труда (МОТ). Это позволяет организации установить более высокие стандарты безопасности и охраны здоровья и быть в лидирующем положении в отрасли;
- непрерывное улучшение: Критерий функционирования системы охраны труда включает наличие механизмов для непрерывного улучшения системы на основе анализа результатов и опыта, обратной связи и внедрения передовых практик. Это способствует постоянному совершенствованию системы и повышению ее эффективности в обеспечении безопасности и охраны здоровья работников.

Указанные критерии являются общими и могут быть дополнены или адаптированы.

### **2.3 Методы управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда**

Сегодняшние бурильщики испытывают повышенное давление в плане повышения производительности бурения. Им поручено наблюдать за потоками сложных данных, создавать ценность из этих данных и управлять задачами, требующими постоянного внимания во время текущих операций. Различные навыки, необходимые для выполнения этих задач, означают, что качество работы может сильно различаться в зависимости от флота в

зависимости от опыта бурильщиков, оборудования и многих других переменных.

Настройка платформы автоматизации процессов с помощью приложений, разработанных для бригады, может помочь в дальнейшей оптимизации операции бурения.

Другой серьезной проблемой является последовательность, поскольку люди практически не могут постоянно повторять одно и то же действие в течение длительного периода времени, получая при этом один и тот же результат. Различия в типичных операциях бурения часто приводят к неправильному восприятию фактического качества способностей бурильщика и создают дополнительную нагрузку на операции.

В 2012 году, получив доступ к ключевым аспектам, необходимым для автоматизации буровых работ, и уникальное положение в качестве производителя оригинального оборудования/поставщика услуг на нефтяных месторождениях, компания National Oilwell Varco (NOV) начала путь к решению вышеупомянутых проблем, изучив концепцию автоматизации процессов. В частности, было рассмотрено, как автоматизация процесса позволяет разбить операцию бурения на небольшие задачи, а затем поддерживать использование технологий для автоматизации повторяющихся задач, при этом контролируя оборудование и используя приборы для бурения в режиме реального времени, а также данные, которые он передает.

Четыре года спустя была представлена платформа автоматизации бурения NOVOS. Это позволяет бурильщикам уделять меньше времени задачам, ориентированным на процесс, оставляя повторение и согласованность компьютерам. Бурильщики могут уделять больше времени критическим событиям, обеспечивая безопасное рабочее место и стабилизацию ствола скважины.

Система поддерживает стабильную производительность, создавая предустановленную конфигурацию для достижения целей бурения с минимальным вмешательством бурильщика, в то время как система

управляет оборудованием. Кроме того, он был настроен с помощью приложений, которые могут быть разработаны для бригады и их процессов, что позволяет дополнительно оптимизировать создание скважин и повысить эффективность бурения на забое.

После того, как платформа была установлена на различных буровых установках в разных местах, были выявлены последовательные преимущества в трех категориях:

**Эффективность повторяющихся задач:** благодаря способности постоянно сокращать время простоя было зафиксировано сокращение времени соединения до 40 %.

**Повышение производительности бурения:** возможность оптимизировать параметры бурения для достижения целей операторов и буровых подрядчиков.

**Расширенные методы оптимизации:** возможность разрешить сторонним разработчикам создавать приложения, которые можно использовать на платформе. Операторы, подрядчики, научно-исследовательские институты и поставщики услуг создали успешно используемые приложения.

В дополнение к основным и сторонним приложениям существуют также предварительно разработанные решения по оптимизации, совместимые с NOVOS и другими операционными системами, которые легко устанавливаются на существующую платформу. Это обеспечивает бесконечную настройку с дополнительными готовыми приложениями, которые можно адаптировать к потребностям буровой бригады или полностью индивидуальным проектам. Бизнес-подразделение M/D Totco в составе NOV Wellbore Technologies разрабатывает такие технологии для удовлетворения растущих потребностей отрасли в цифровой трансформации. Примеры включают:

Интеллектуальный оптимизатор бурения KAIZEN использует искусственный интеллект (ИИ) для смягчения последствий бурения и

повышения производительности. Система способна мгновенно реагировать на изменяющиеся условия и обеспечивать оптимальную нагрузку на долото и заданные значения частоты вращения.

Автоматизированная система нисходящей связи DrillLink генерирует последовательности команд для нисходящей связи с роторной управляемой системой и другими скважинными инструментами, что избавляет бурильщика от необходимости постоянно следить за секундомером и давать бурильщику устные инструкции.

Служба предотвращения прерывистого движения SoftSpeed II использует автоматическое гашение вибраций для смягчения крутильных колебаний и уменьшения скачкообразных колебаний во время буровых работ. Платформа предоставляет аналитику и возможности, необходимые для автоматического обнаружения и смягчения этих прерывистых колебаний, поддерживая эффективность бурения и снижая износ оборудования. При возникновении прерывистого скольжения функция автоматической настройки системы позволяет регулятору скорости обеспечить оптимальное демпфирование для смягчения прерывистого скольжения.

Независимо от того, в каком направлении будет развиваться отрасль, прошлые данные свидетельствуют о том, что в нефтегазовой отрасли будут происходить существенные и значимые инновации, связанные с расширением относительно новых технологий, таких как гидравлический разрыв пласта.

Гидравлический разрыв пласта – это процесс стимуляции, при котором вода, химикаты и проппанты закачиваются под высоким давлением для разрыва непроницаемых плотных горных пород, что приводит к увеличению потока углеводородов в ствол скважины. Эта технология, наряду с горизонтальным бурением и сопутствующими технологиями, позволила извлекать большие запасы нефти и газа, заключенные в сланцах и других нефтематеринских породах, что привело к сланцевой революции.

Патенты, относящиеся к гидравлическому разрыву пласта, получили признание в нефтегазовой отрасли за последнее десятилетие. Нефтегазовые компании (в основном крупные нефтесервисные компании, за которыми следуют производители оборудования, нишевые поставщики проппантов и композиций) несколько крупных независимых компаний по разведке и добыче) с 2015 года подали около 1000 патентов, связанных с гидроразрывом пласта, и темпы подачи заявок увеличиваются из года в год. Например, в 2019 году эти компании подали более 150 патентов, что более чем вдвое превышает число в 2015 году [3].

Большинство патентов, связанных с гидроразрывом, относятся к категориям:

- бурения земли;
- составы для бурения и связанные с ними аспекты;
- обработка скважин и химия месторождений [4].

Глубокое погружение в эти три группы показывает, где конкретно происходят инновации, связанные с гидроразрывом, и помогает определить, изменилась ли технологическая направленность отрасли за последние несколько лет.

В рамках категории патентов на бурение земли исследование показывает, что существуют две доминирующие области патентной деятельности, связанной с гидроразрывом:

- инструменты и методы для создания эффективных трещин (увеличение проникновения, изолирующие зоны, сейсмический мониторинг, обработка скважин);
- технологии и решения, которые укрепляют уже созданные трещины (различные материалы, формы и размеры проппантов; предотвращение обратного вытекания частиц) [4].

Около 40% исследованных патентов, связанных с гидравлическим разрывом пласта, относятся к одной из этих двух областей инноваций. Например, патент US8978764B2 «Процесс закачки многостадийных трещин

для увеличения добычи ресурсов из сланцев», поданный Морисом Б. Дюссо и Романом Билагом, представляет собой изобретение, которое создает «сеть трещин и индуцирует ее путем нагнетания множества суспензии, содержащие несущую жидкость и последовательно более крупнозернистые гранулированные расклинивающие агенты в серии эпизодов закачки».

Резко возросшие требования к качеству скважин, увеличение глубины и нарастание масштабности проблем в процессе бурения скважин при ограничении сроков и ресурсов, отводимых на их решение, – все это значимые факторы, которые определяют необходимость системного подхода к решению технологических проблем бурения скважин.

«Системный подход представляет собой направление методологии научного познания, в основе которого лежит исследование объектов как систем. Одними из первых использовали системный подход в бурении Е.А. Козловский, М.А. Комаров, В.М. Питерский и С.Ф. Мурашов с целью автоматизации управления разведочным бурением» [10].

Наиболее последовательно и методологически выверено системный подход реализован А. З. Левицким [12] применительно к анализу информационного обеспечения процесса бурения.

«Несмотря на наличие многочисленных публикаций, системные исследования в области строительства скважин носят фрагментарный характер и имеют целью решение отдельных технологических проблем. Между тем, актуальным является решение не только частных технологических проблем бурения, но, прежде всего, системное обеспечение качества скважин, сроков выполнения работ и их стоимости. Для этого необходимо совершенствование не только технологии бурения, но и организационно управленческих решений. Сформировавшееся в социалистическую эпоху устойчивое представление о том, что организационно-управленческие нововведения носят вторичный характер и развиваются только после освоения технологических инноваций (технический прогресс первичен) является ошибочным» [10].

«На самом деле, как показывает опыт развитых стран, оба типа инновационных преобразований развиваются синхронно и дополняют друг друга. При этом организационно управленческие инновации обладают косвенным влиянием на общие результаты деятельности, что в большинстве случаев и вызывает сложности в обосновании необходимости их использования» [1].

Выводы по разделу 2.

Таким образом, в данном разделе были исследованы подходы к внедрению технических средств и методов управления, а также реорганизации рабочих процессов в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Конкретно, исследованы критерии функционирования средств и методов управления системой охраны здоровья и обеспечения безопасности труда, которые играют важную роль в определении эффективности и успешности применяемых мер и инструментов в области охраны труда. Эти критерии позволяют оценить соответствие системы охраны труда требованиям нормативных актов, а также выявить проблемные области и принять соответствующие меры для их устранения или совершенствования.

В разделе так же рассмотрены методы управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Выявлены наиболее перспективные методы управления безопасностью – идентификация и анализ рисков, позволяет выявлять потенциальные опасности и разрабатывать соответствующие меры по их предотвращению или снижению. Это может включать разработку стандартных процедур, инструкций и правил, а также обучение и тренинг работников.

Целью реорганизации работ является устранение или снижение опасностей, минимизация рисков и создание безопасной и здоровой рабочей среды.



### **3 Опытнo-экспериментальная апробация средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда**

#### **3.1 Технология (программа) внедрения средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Результаты внедрения**

Проблемы безопасности, с которыми мы сталкиваемся в 21 веке, требуют всестороннего подхода, вовлекающего инновационное мышление и рациональные методы из различных областей специализации в области безопасности. Изучение подходов к личной и технологической безопасности позволило выявить их сильные и слабые стороны, но мало было предпринято для объединения этих подходов. Наша текущая задача заключается в разработке комплексного подхода к обеспечению безопасности, который учитывает как технологические аспекты, так и безопасность персонала, особенно в сфере бурения нефтяных скважин. Мы стремимся достичь наилучших результатов в области технологической безопасности и обеспечения безопасности персонала путем объединения этих двух аспектов в единую систему [34].

Наиболее часто используемыми показателями оценки показателей безопасности труда являются коэффициенты частоты и серьезности происшествий, связанных с травмами. Они позволяют объективно оценить существующие меры безопасности труда в организации.

Однако эти показатели слабо отражают усилия по предотвращению серьезных несчастных случаев, так как фокусируются на последствиях инцидентов, а не на их причинах. Это может затруднять понимание связи между усилиями, направленными на обеспечение безопасности, и измеряемыми результатами сотрудниками и их руководителями.

«Чтобы улучшить подход организации к измерению показателей здоровья и безопасности персонала, полезной отправной точкой является рассмотрение:

- упреждающие меры. Процент соблюдения цели для упреждающих мер (например, % операций, охваченных обсуждением инструментов/АПБ и т. д.) Упреждающая мера может быть определена как дискреционная деятельность, которая выполняется для планирования, подготовки и выполнения операций безопасным и экологически безопасным образом. разумным образом, включая, помимо прочего, АПБ, безопасные наблюдения и совещания по безопасности);
- сообщение о событиях, близких к промаху. Хорошо продуманный процесс аварийного реагирования включает в себя: анализ потенциальных проблем, определение их причин, поиск решений и их реализацию. Поэтому он вполне вписывается в категорию упреждающих мер;
- количество закрытых мероприятий по ОТОСБ в процентах от общего количества аудитов, инспекций и СТОП-туров компании или подрядчика, связанных с ОСБТ, проведенных за предыдущие 12 месяцев;
- план обучения и повышения квалификации: например, 0 баллов, если отсутствует программа обучения или повышения квалификации. 1 балл присваивается Подрядчику/буровой установке, 100 % экипажа которой активно участвует в программе, и 1 балл за 100 % продвижения по службе после завершения предварительного профессионального обучения» [25].

Рассмотрим подробнее аспект безопасности работ на буровой скважине в рамках внедрения программы.

«Разработка барьерного подхода к обеспечению безопасности процесса бурения, основанного на концепции выявления препятствий или причин

крупного инцидента, связанного со скважиной, по-видимому, предлагает дополнительное внимание к безопасности процесса во время операций по бурению нефтяных скважин» [25].

«Необходимо составить обзор проблем, связанных с безопасностью процесса, определите тенденции производительности с продолжением отчетности и улучшите расследование, чтобы помочь установить правильные корректирующие действия и предотвратить повторение» [25].

«Рассмотрение требований безопасности технологических процессов на скважинах включает следующее:

- подтвердить сертификацию и валидацию оборудования для контроля скважины;
- подтвердить соответствие контрольным испытаниям скважины;
- подтвердить инвентаризацию оборудования для контроля скважины;
- подтвердить соответствие сертификации обучения персонала;
- убедиться, что проверки барьеров и соответствие требованиям выполнены правильно;
- следовать стандартам и процедурам;
- регулярно тестировать реагирование на чрезвычайные ситуации и проводить регулярные учения» [25].

В России системы автоматизации процессов помогли обеспечить значительное и последовательное сокращение общего времени взвешивания, которое представляет собой продолжительность между двумя буровыми клетями, а также большее соблюдение процедур и согласованность. Тем не менее, внедрение новых технологий обычно сталкивается с проблемами в трех основных областях: согласование целей и ожиданий до развертывания, учет человеческого фактора и измерение использования и производительности для внедрения итеративного и гибкого подхода к улучшениям [25].

На этапе обучения по мере внедрения новой технологии показатели производительности, такие как время соединения, могут на короткий период снижаться. Менеджмент должен учитывать это при планировании этапов и иметь терпение, чтобы этот показатель улучшился.

Прежде чем внедрять технологию, которая существенно изменит сложившиеся рабочие привычки, очень важно согласовать ожидания и цели ключевых игроков. Сюда входят оператор, буровой подрядчик, сервисные компании и производитель оригинального оборудования. Культура сотрудничества между различными заинтересованными сторонами с четким определением ролей, обязанностей и механизмов поддержки должна быть установлена заранее. После этого следует согласовать дорожную карту этапов, чтобы поддерживать участие заинтересованных сторон и иметь возможность корректировать курс, если есть отклонения от согласованных целей. Вехи должны включать обучение компетентности в классе и на буровой площадке. После тренировки начните ставить перед собой цели по снижению веса, а затем переходите к более сложным автоматизированным действиям, таким как тесты на трение или использование интеллектуальных приложений [24].

Нельзя недооценивать и человеческий фактор. Даже если цели устанавливаются ключевыми заинтересованными сторонами с точки зрения руководства в офисе, крайне важно, чтобы они соответствовали операционным целям буровой установки.

Необходимо поощрять буровые бригады на этапе обучения к изучению новой технологии. На этом этапе обучения показатели производительности, такие как время подключения, скорее всего, будут снижаться. Тем не менее, руководство должно учитывать это при планировании этапов и иметь терпение, что этот показатель улучшится, часто значительно, в свое время.

В некоторых случаях наиболее эффективное обучение на месте проводилось бывшими бурильщиками. Этот подход может помочь повысить эффективность использования технологии бурильщиками по сравнению с

проведением обучения инженерами по автоматизации, которые имеют минимальное влияние на скважинное бурение. Кроме того, буровые бригады гордятся своей конкурентоспособностью среди коллег. Было полезно поделиться с буровой бригадой тем, как новая технология сделает их буровую установку самой производительной в парке их компании.

После того, как будут достигнуты первые этапы, такие как компетентность в обучении, должны быть установлены новые показатели, такие как использование и производительность. Повышение производительности зависит от четкого понимания данных и выявления областей для улучшения. Усовершенствованная аналитика данных должна давать гораздо больше информации, чем просто общее время соединения.

Автоматизация процессов позволяет разбивать время взвешивания на мелкие детали, включая подэтапы каждого дополнительного действия. Например, время подъема на дно может быть разбито на поддействия, такие как заполнение трубы, разрушение геля, обследование, маркировка дна и соответствующие конфигурации для каждого из этих действий. Это позволяет инженерам по оптимизации настраивать определенные конфигурации для достижения целевой эффективности [23].

Кроме того, время взвешивания теперь можно разбить на детализированные детали, включая подэтапы каждого дополнительного действия. Например, время подъема на дно может быть разбито на поддействия, такие как заполнение трубы, разрушение геля, обследование, маркировка дна и соответствующие конфигурации для каждого из этих действий. Таким образом, инженеры по оптимизации могут начать настройку определенных конфигураций для достижения целевой эффективности там, где они считают нужным.

Использование и производительность приложения должно быть легко установить без трудоемких усилий по копанию необработанных данных. Обратная связь с местами и доступ к этим данным помогают командам

разработчиков постоянно оценивать существующие функции и постоянно улучшать их с помощью гибкой философии разработки.

Наиболее успешное развертывание новых технологий происходит благодаря прозорливости ключевых заинтересованных сторон. Наличие плана для решения вышеупомянутых проблем имеет решающее значение.

Во многих случаях использование платформы автоматизации процессов приводило к немедленным улучшениям в полевых условиях. Это было подтверждено измерением времени соединения веса с весом. Отсчет этого времени начинается, когда бурильная колонна отрывается от забоя, и продолжается до тех пор, пока колонна снова не окажется на забое. Это время соединения груза с грузом обычно используется для измерения производительности автоматизированного процесса бурения [26].

В статье «The future of drilling automation: transforming a vision into reality» описываются результаты внедрения автоматизации на буровых платформах. Компания по добыче нефти внедрила систему только на одной первой скважине. Время «связи веса с весом» (представляющая время между двумя буровыми клетями, которое начинается, когда бурильная колонна отрывается от забоя, и продолжается до тех пор, пока колонна снова не окажется на забое) уменьшилось на 22 %, затем на второй скважине время уменьшилось на 26%, а затем на 31% на третьей скважине [25, 26].

Консультант по производительности буровой установки на второй скважине рассказал третьей бригаде о преимуществах новой технологии, что позволило бурильщикам на третьей скважине еще больше повысить свою производительность [32].

Другой пример, связанный с компанией Chevron – одной из лидеров по добыче нефти морским способом – показал, что новые буровые установки на нетрадиционном активе могут быстро достичь производительности более опытных буровых установок за счет использования стандартизированной конфигурации соединения в системе автоматизации. Это сократило время подключения между несколькими буровыми установками. В этом случае

буровые установки, которые чаще использовали систему автоматизации, работали лучше с точки зрения времени взвешивания. Похоже, что система автоматизации может повысить производительность бурения в других бассейнах за счет масштабирования производительности и обучения по всему флоту [32].

Еще одно тематическое исследование связано с тендерной буровой установкой на шельфе, нанятой компанией Chevron. Несмотря на то, что среднее время взвешивания на этой буровой установке считалось мировым, операционные несоответствия между бурильщиками все же наблюдались. Внедрение системы автоматизации бурения улучшило согласованность работы всех бурильщиков и сократило среднее время взвешивания более чем на 10% [32].

Одним из важнейших факторов успеха стало тесное сотрудничество между оператором, подрядчиками буровой установки и поставщиком средств автоматизации, чтобы расширить возможности бурильщиков, находящихся ближе всего к операции, что позволило им оптимизировать параметры системы автоматизации бурения для условий скважины, возникающих во время эксплуатации [33].

«Бурение нефтяных и газовых скважин представляет собой сложный технологический процесс, контроль за состоянием которого требует внедрения средств автоматизации. Настоящий этап развития техники позволяет передовым предприятиям внедрять автоматизированные рабочие места (АРМ) оператора буровой установки» [16].

С одной стороны, использование современных технологий в операциях бурения приводит к упрощению управления, анализу состояния объекта, экономии времени и денег заказчика. Однако это также повышает требования к квалификации обслуживающего персонала. Сегодняшний специалист в области бурения должен обладать знаниями и навыками не только в своей специализации, но и иметь понимание основных принципов работы измерительной аппаратуры, автоматики, компьютерных и информационных

технологий. Информационная поддержка процесса бурения включает в себя сбор, обработку, передачу и анализ данных о горно-геологических, технологических, технико-экономических, инклинометрических и других параметрах.

Для эффективного контроля бурения скважин в соответствии с утвержденным проектом необходимо осуществлять круглосуточный мониторинг строительных процессов. Для этого требуется использование автоматизированных систем и измерительных устройств на месте бурения. Принятие обоснованных решений должно осуществляться оперативно, даже при ограниченной информации и фактах. Базы данных и компьютерные средства значительно расширяют знания персонала и позволяют буровой бригаде принимать решения с поддержкой команды специалистов, работающих удаленно в инженерном центре.

Поэтому компетентный специалист должен уметь составлять документы правильно и оперировать готовыми отчетами.

Буровой супервайзинг – это технико-технологический контроль производственного процесса строительства скважин с помощью представителя недропользователя – супервайзера, круглосуточно находящегося на буровом объекте.

Супервайзер – это инженер, назначенный от имени Заказчика на буровом объекте, ответственный за организацию и контроль строительства скважины в строгом соответствии с регламентирующими документами и интересами Заказчика. Он обеспечивает круглосуточный контроль за соблюдением государственных стандартов и регламентов, касающихся безопасности труда, охраны окружающей среды и недр, а также рационального использования материально-технических ресурсов в процессе производства. Супервайзер также оценивает качество выполнения работ на ответственных и ключевых технологических операциях, связанных со строительством скважины [14].



Таким образом, технологические решения по оптимизации траектории скважины и увеличения скорости проходки решает буровик, находящийся на буровом объекте. Задачу оценки финансовых потерь от простоев и более поздних вводов скважин в эксплуатацию вследствие нерационального бурения решает уже экономист, находящийся в ситуационном центре в нескольких тысячах километров от бурового объекта. В этом и заключается совместный междисциплинарный подход по дистанционному управлению процессами нефтегазодобычи.

Каждый заказчик имеет свое представление о роли супервайзера в процессе бурения скважины. Во многих случаях, основной задачей бурового супервайзера является не только анализ техники и технологии, но и обеспечение эффективного взаимодействия и организационных мероприятий.

«Основные разделы требований к квалификации и навыкам персонала, выполняющего производственные задачи бурового супервайзера:

- основы геологии и технологии бурения, восстановления и ремонта скважин;
- экономика бурения и оптимизация затрат на бурение;
- контракты на бурение и тендеры;
- знание нормативной базы, регламентов, инструкций и форм документов;
- методика и психология работы в команде и управления персоналом;
- правила ведения буровых работ;
- приемка буровой установки и порядок допуска оборудования к работе;
- планирование буровых работ и управление проектом бурения;
- оценка работы подрядчиков и сервисных компаний;
- действия в аварийных ситуациях и решение проблем;
- работа со средствами связи и компьютерной техникой» [14].

В таблице 1 представлены компетенции супервайзера при возникновении различных аварийных ситуаций на буровой.

Таблица 1 – Компетенции супервайзера при возникновении различных аварийных ситуаций на буровой [15]

Возможное возникновение осложнений и аварийных ситуаций при нарушениях руководящих документов	Перечень наиболее важных работ, требующих эффективного супервайзинга при проведении данной операции	Руководящие документы	Уровень контроля и действия бурового супервайзера
<b>1. Строительство буровой установки</b>			
Продление сроков строительства буровой скважины. Низкое качество строительства приводит к излишнему расходу материалов и ресурсов на обслуживание техники.	Контроль соблюдения требований ПБНГП и местных регламентов. Контроль использования материалов, техники и трудовых ресурсов в соответствии установленными нормами. Соблюдение требований ПБНГП 2.3-2.4.	ПБНГП 2.3-2.4	Проверка соответствия фактического монтажа бурового оборудования плану. Оформление акта выполненных работ с указанием фактических затрат времени, материалов и техники. этих
<b>2. Подготовительные работы в бурении</b>			
Ростехнадзор может приостановить начало процесса бурения. Местные органы Ростехнадзора контролируют выполнение предписаний, а также готовность бурового и технологического оборудования.	Требуется наличие химических реагентов, материалов и необходимого инструмента, а также запасных частей и приспособлений (ЗИП).	ПБНГП 1.4-1.8	Пункты ПБНГП 1.4–1.8 определяют отражение степени и качества готовности буровой установки. При срыве сроков бурения выявляются причины, которые затем докладываются Заказчику. Буровой супервайзер также участвует в пусковой комиссии.
<b>3. Бурение под направление</b>			
Частичное поглощение, обрушение неустойчивых пород, размыв устья и соединений	Также необходим контроль подъема тампонажного раствора до устья и обеспечение правильного	Проект на строительство скважины	контролировать соответствие реологических свойств бурового раствора в соответствии с программой его

Продолжение таблицы 1

Возможное возникновение осложнений и аварийных ситуаций при нарушениях руководящих документов.	Перечень наиболее важных работ, требующих эффективного супервайзинга при проведении данной операции	Руководящие документы	Уровень контроля и действия бурового супервайзера
с циркуляционной системой	направления ОЗЦ. Для обеспечения безопасности и эффективности строительства скважины требуется соблюдение проекта на строительство скважины.	-	обработки и обеспечивать соответствующие меры безопасности.

Одним из основных регламентирующих документов на буровом объекте являются «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08- 624-03», состоящие из 6-основных разделов (и 8-ми приложений):

1. Общие положения и требования
2. Требования безопасности при строительстве скважин
3. Требования к ведению работ при добыче, сборе, подготовке нефти, газа и газового конденсата
4. Требования безопасности при ремонте и реконструкции скважин
5. Требования к ведению геофизических работ в нефтяных и газовых скважинах
6. Дополнительные требования к безопасному ведению работ на месторождениях с высоким содержанием сероводорода

Для обеспечения промышленной безопасности при одновременном выполнении различных видов работ, таких как бурение, освоение, эксплуатация, монтаж нефтегазодобывающего оборудования и других, пользователь недр или его уполномоченный представитель разрабатывает и утверждает документацию по организации безопасного производства на

кустовой площадке. Эти меры обязательны для всех участников производственного процесса. Пользователь недр (заказчик) назначает ответственного руководителя работ на кустовой площадке, который обладает необходимыми полномочиями [29].

Важно отметить, что предоставление акта приемки в эксплуатацию (для буровых вышек и оборудования) или положительного заключения экспертизы промышленной безопасности является обязательным условием для получения лицензии на эксплуатацию опасного производственного объекта. В случае, когда на одном объекте работают несколько предприятий, порядок организации и выполнения работ должен быть определен положением о взаимодействии между организациями, которое должно быть совместно утверждено работодателями или руководителями этих организаций. Копии указанных документов должны быть находиться у бурового супервайзера [29].

Для начала строительства скважины требуется выполнение следующих условий.

Необходимо иметь проектно-сметную документацию, которая должна быть разработана и утверждена в соответствии с установленными процедурами.

Должны быть обеспечены транспортные магистрали и дороги, обеспечивающие постоянное сообщение с базами материально-технического обеспечения и местами, где находятся производственные службы организации. Это позволяет обеспечить круглогодичную доступность к необходимым ресурсам и услугам.

Необходимо согласовать маршруты транспортировки бурового оборудования, особенно в местах пересечения с линиями электропередачи, железными дорогами и магистральными трубопроводами. Это важно для обеспечения безопасности и соблюдения правил эксплуатации.

Необходимо иметь акт о выносе местоположения скважины на местность. Это подтверждает правильность выбранного места для строительства и обеспечивает соответствие требованиям.

Необходимо заключить договоры на выполнение работ с подрядчиками или субподрядчиками, а также с противодонной безопасностью. Это обеспечивает эффективное выполнение работ и соблюдение норм безопасности.

При выполнении всех этих условий можно приступать к строительству скважины.

В случае строительства скважин в специфических условиях, таких как многолетнемерзлые породы, месторождения с высоким содержанием сероводорода (более 6% объемных) в нефти или газе, а также с кустовых площадок, необходимо применять дополнительные меры безопасности в соответствии с соответствующими разделами Приказа «Об утверждении правил безопасности при бурении нефтяных и газовых скважин» № 534 от 15.12.2020 [25].

Согласно требованиям Приказа № 534, спуск и цементирование обсадных колонн должны осуществляться в соответствии с планами, разработанными буровой организацией и утвержденными в соответствующем порядке. В плане должны быть представлены исходные данные для расчета обсадных колонн, используемые коэффициенты запаса прочности, результаты расчета компоновки и цементирования обсадных колонн, анализ цемента, а также акт готовности скважины и буровой установки к спуску и цементированию колонны [25].

Применение цемента без предварительного лабораторного анализа для условий цементирования колонны запрещено. Расчетная продолжительность процесса цементирования обсадной колонны не должна превышать 75% времени, начиная с момента загустения тампонажного раствора.

Таким образом, при строительстве скважин в указанных специфических условиях следует соблюдать эти дополнительные меры

безопасности и проводить процессы спуска и цементирование обсадных колонн в соответствии с соответствующими планами и требованиями Приказа № 534 [25].

«Высота подъема тампонажного раствора над кровлей продуктивных горизонтов, а также устройством ступенчатого цементирования или узлом соединения секций обсадных колонн, а также башмаком предыдущей обсадной колонны, в нефтяных и газовых скважинах должна составлять соответственно не менее 150 м и 500 м» [25].

«Супервайзер должен помнить и требовать выполнения условий Приказа № 534 по допуску рабочих и специалистов к работам на скважинах с возможными газонефтеводопроявлениями» [25].

«Допускаемому к работам персоналу необходимо иметь подготовку по курсу «Контроль скважины. Управление скважиной при газонефтеводопроявлениях» в специализированных учебных центрах. Проверка знаний и переподготовка этих кадров проводятся не реже одного раза в 3 года» [25].

«Руководствуясь правилами Приказа № 534 буровой супервайзер должен систематически проверять наличие документации, правильной организации ведения работ и требовать соблюдения правил безопасности на буровом объекте» [25].

В качестве средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда рассмотрим программу внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине.

Программа внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине направлена на повышение эффективности работы и безопасности на месте бурения. Она включает в себя ряд мероприятий, связанных с автоматизацией и улучшением рабочего процесса супервайзера.

Ниже на рисунке 3 приведены основные шаги, которые следует включить в программу внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине.



Рисунок 3 – Этапы программы внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине

Рассмотрим данные этапы подробнее:

- анализ существующей системы: проводится анализ текущего рабочего процесса супервайзера на буровой скважине. Идентифицируются основные операции, выполняемые супервайзером, и определяются возможности для автоматизации и улучшения;
- определение функциональных требований: разрабатываются требования к автоматизированному рабочему месту супервайзера, исходя из его задач и потребностей. Это может включать функции

мониторинга и управления параметрами буровой установки, системы сбора и анализа данных, визуализацию информации, обеспечение связи;

- выбор и внедрение соответствующего оборудования и программного обеспечения: проводится выбор необходимых технических решений, включая аппаратные средства (например, компьютеры, мониторы, сенсоры) и программное обеспечение (например, специализированные программы для мониторинга и управления буровой установкой, системы визуализации данных);
- обучение и тренинг персонала: проводится обучение супервайзеров по использованию нового автоматизированного рабочего места. Это включает ознакомление с функциональностью оборудования и программного обеспечения, обучение процедурам и методам работы, а также ознакомление с мерами безопасности и экстренными процедурами;
- постоянный мониторинг и анализ: осуществляется систематический контроль и анализ работы автоматизированного рабочего места. Это включает мониторинг производительности, качества данных, эффективности операций и управление безопасностью работ.

В таблице 2 представлен разработанный документ–план внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине. Данный план внедрения подписывает генеральный директор ООО «НарСвет»

Согласно данному плану, срок внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине составит 7-10 недель. Запас срока внедрения – до 4-х недель при учете таких факторов как местонахождение скважины (геофизические, климатические особенности), способ бурения, степень оснащенности буровой установки.

Автоматизированная система на ООО «НарСвет» была внедрена с 02.05.2021 года. Срок внедрения на ООО «НарСвет» составил 8 недель.



Пробный (экспериментальный) период использования системы составил 1 год – до 02.05.2022 года.

Таблица 2 – Разработанный документ-план внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине

Пункт плана/мероприятие	Срок	Ответственный	Исполнитель	Примечание
Анализ рабочего процесса супервайзера на буровой скважине	1-2 недели	Начальник буровой	Супервайзер, бригадир	
Разработка требований к рабочему месту супервайзера буровой	1-2 недели	Начальник буровой	Начальник буровой	
Подбор оборудования и комплектующих	1 неделя	Системный администратор	Системный администратор	Совместно с Администратор «АРМ Супервайзера»
Закупка оборудования и комплектующих	1-2 недели	Начальник службы закупок	Начальник службы закупок	
Монтаж «АРМ Супервайзера», настройка параметров, техническая отладка	1 неделя	Поставщик «АРМ Супервайзера»	Администратор «АРМ Супервайзера»	
Обучение персонала работе с «АРМ Супервайзера»	2 недели	Администратор «АРМ Супервайзера»	Администратор «АРМ Супервайзера»	Проводится 1 раз при внедрении системы, далее – при обучении новых сотрудников

Рассмотрим результаты внедрения автоматизированного рабочего места супервайзера на буровой скважине.

По окончании работ помимо основной документации супервайзера – журнала буровых работ система формирует сводный отчет по состоянию охраны труда за смену. Отчет имеет табличную форму и представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Сводный отчет по состоянию охраны труда за смену

Дата	Скважина №	Опасность	Предупреждение	Без нарушений
01.02.2023	Скважина Петровская- 120	-	-	+

Данный отчет можно использовать, например, для составления месячных отчетов по состоянию охраны труда, для профилактических мероприятий, для проработки опасностей, возникающих при работах на буровой скважине.

Кроме того, предполагается внедрить визуализированный отчет, так называемый «Крест безопасности» который заполняется ежедневно, вручную и находится на стойке информации, которую видят все сотрудники буровой скважины.

На рисунке 4 представлен пример заполнения Креста безопасности ООО «НарСвет» на апрель 2023 года.

ООО «НарСвет» Апрель 2023 г.			1			
		2	3	4		
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
		26	27	28		
		29	30	31		

Рисунок 4 – Пример заполнения «Креста безопасности»

Крест безопасности имеет ячейки от 1 до 31 (по числу дней в месяце). Каждый месяц крест печатается и заполняется ежедневно ответственным за охрану труда в следующем порядке.

Если происшествий не было, нарушений не было – ячейка окрашивается зеленым цветом. Если были вынесены предупреждения, стоп-работы, наличие микротравм – ссадин, неисправность или отсутствие СИЗ – ячейка окрашивается желтым цветом. Если на работе произошел инцидент или авария – ячейка окрашивается красным цветом.

Повышение эффективности работы: автоматизация позволяет супервайзеру быстро и точно получать информацию о состоянии буровой установки, параметрах бурения и других важных данных. Это позволяет оперативно принимать решения, координировать работу и улучшать процессы на буровой скважине. Например, скорость принятия решения при ручной обработке данных составляет 1,36 секунд, при наличии «АРМ Супервайзера» – 0,9 секунд на принятие решения. Скорость принятия решения при ручной обработке данных зависит от множества факторов, включая сложность задачи, опыт и навыки обработчика данных, доступность и качество данных, а также эффективность используемых инструментов и процессов. Ручная обработка данных требует больше времени для сбора, проверки, анализа и интерпретации информации, что может приводить к задержкам в принятии решений.

Автоматизированная обработка данных может значительно ускорить процесс принятия решений. АРМ «Супервайзера» может обрабатывать большие объемы данных быстрее, чем человек, и выполнять сложные аналитические и вычислительные задачи.

Такое значительное преимущество позволит оперативнее реагировать на предаварийные и аварийные ситуации, поможет избежать инцидентов, связанных с работой буровой скважины.

Улучшение контроля и безопасности: автоматизированное рабочее место супервайзера предоставляет возможность непрерывного мониторинга работы и состояния оборудования на буровой установке. Это помогает выявлять потенциальные проблемы и предотвращать аварийные ситуации, повышая уровень безопасности труда.

Оптимизация процессов и ресурсов: автоматизация позволяет оптимизировать использование ресурсов на буровой скважине. Супервайзер может лучше планировать работы, управлять энергопотреблением, контролировать запасы материалов и оборудования, что способствует снижению затрат и улучшению эффективности использования ресурсов.

Улучшение точности и надежности данных: автоматизированная система сбора и анализа данных на рабочем месте супервайзера обеспечивает высокую точность и достоверность информации. Это помогает принимать обоснованные решения и проводить анализ производительности, что способствует улучшению качества работы на буровой скважине.

Повышение уровня обученности и квалификации персонала: Внедрение автоматизированного рабочего места супервайзера требует обучения персонала работе с новой программой, ее функционалом. Это способствует повышению квалификации сотрудников, а также улучшению их профессиональных навыков.

Улучшение условий работы: автоматизация рабочего места супервайзера может снизить физическую нагрузку на персонал и улучшить условия труда. Это способствует повышению квалификации и профессиональных навыков сотрудников, что в свою очередь улучшает их работу на буровой скважине.

В качестве технического решения для реорганизации системы охраны здоровья и обеспечения безопасности труда предлагается внедрение компьютерного и информационного обеспечения для автоматизации задач бурового супервайзинга.

Внедрение компьютерного и информационного обеспечения для автоматизации задач бурового супервайзинга может значительно повысить эффективность и точность процессов, связанных с бурением скважин. Ниже приведено несколько аспектов, которые будут автоматизированы с помощью специализированного программного обеспечения.

Управление данными. Существует множество данных, связанных с буровым процессом, включая параметры скважины, оборудование, геологические данные и результаты тестирования. Компьютерное обеспечение может помочь в организации и хранении этих данных, а также обеспечить их быстрый доступ и анализ. Системы управления базами данных (СУБД) и геологическое программное обеспечение могут быть использованы для интеграции и обработки различных типов данных, что позволяет супервайзерам получать всю необходимую информацию в удобной форме.

Мониторинг буровых параметров. Компьютерное оборудование, такое как датчики и автоматизированные системы управления, могут использоваться для мониторинга ключевых параметров бурового процесса, например скорости бурения, давления, температуры и расхода бурового раствора. Эти данные могут быть непрерывно записаны и переданы в систему управления, где они могут быть отображены и проанализированы. Это помогает супервайзерам обнаруживать отклонения, принимать меры по устранению проблем и повышать безопасность и эффективность процесса бурения.

Прогнозирование и моделирование. Компьютерное программное обеспечение может использоваться для прогнозирования и моделирования различных аспектов бурового процесса. Например, супервайзеры могут использовать программное обеспечение для прогнозирования производительности скважины, оценки рисков и оптимизации параметров бурения. Это позволяет принимать более осознанные решения на основе данных и минимизировать возможные негативные последствия.

Коммуникация и совместная работа. Системы электронной почты, облачные хранилища и совместное доступное программное обеспечение позволяют получить доступ из любой точки объединенной сети к данным, хранящимся на сервере.

Для обеспечения соблюдения корпоративных стандартов качества, требований по охране труда, промышленной безопасности, пожарной

безопасности и охране окружающей среды во время буровых работ на скважине необходимо:

- осуществлять сопровождение процесса бурения супервайзером;
- проводить инструментальный контроль процесса бурения скважин станцией геолого-технологических исследований [14].

Для сокращения затрат ресурсов, времени и снижения рисков в процессе бурения необходимо непрерывно контролировать и анализировать объективную информацию о ходе технологических процессов в скважине и на буровом объекте [14].

«Для эффективного управления службой супервайзинга необходимо кроме планирования графика вахт супервайзеров и менеджмента отчетной информации по обеспечить:

- компьютерное оснащение и средства связи супервайзеров.
- материальное снабжение супервайзеров инструментами и спецодеждой» [14].

Для выполнения контроля технических и технологических операций бурения скважины супервайзерский пост должен быть оснащен:

- портативным компьютером;
- устройствами для сканирования документов и печати;
- цифровым фотоаппаратом;
- средствами спутниковой связи с возможностью доступа в интернет;
- измерительными инструментами;
- специальной одеждой и в некоторых случаях личным автотранспортом;
- справочной литературой и электронными каталогами оборудования;
- программным продуктом, автоматизирующим работу супервайзера на рабочем месте;

- документами, подтверждающими статус и регламентирующими права и обязанности супервайзера [15].

На рисунке 5 представлен пример компьютерного оснащение поста бурового супервайзера.



Рисунок 5 – Компьютерное оснащение поста бурового супервайзера

Компьютерное оснащение поста бурового супервайзера представлено следующим оборудованием:

- ноутбук – минимальные технические требования: оперативная память 8-16 Гб; процессор Intel i5, i7, AMD; дискретная видеокарта 3-4-6 Гб; IPS матрица для работы с фото;
- МФУ или сканер и принтер;
- цифровой фотоаппарат;
- фильтр питания и ИБП на 300 ватт.

Организационная структура беспроводной сети представлена на рисунке 6.

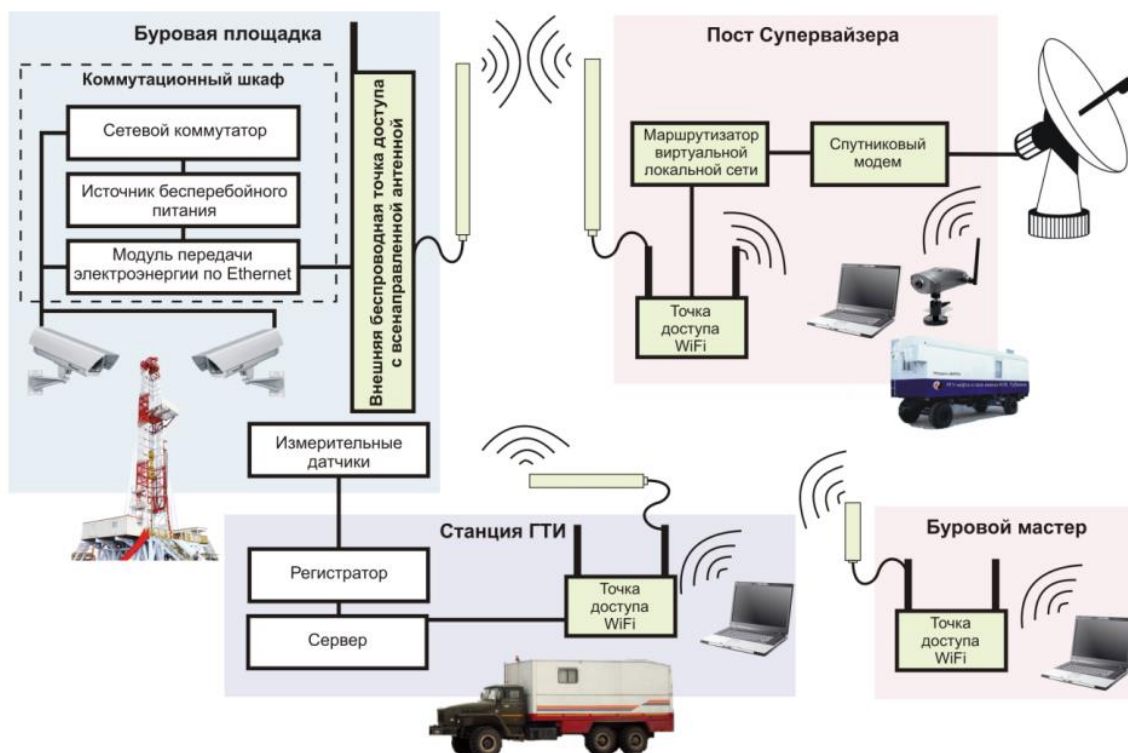


Рисунок 6 – Организационная структура беспроводной сети [15]

Для обеспечения эффективной работы супервайзера необходимо создать единое информационное пространство на кусте бурения. Это предполагает обмен информацией между рабочими местами ответственного персонала на буровой с помощью локальной компьютерной сети. Организация проводной локальной сети, с прокладкой кабелей от сетевого концентратора к каждому пользователю, является трудоемкой и усложнена перемещением вахтовых балок с места на место. Вместо этого, предлагается использовать беспроводные технологии передачи данных для организации локальной сети.

Такая сеть разворачивается в течение 1...2 часа и обеспечивает мобильность вагонов-домов.

Установленные внутри буровой видеокamеры оперативного контроля позволяют записывать действия буровой бригады и наблюдать за технологическими процессами в режиме реального времени. Для защиты



камер от низких температур на столе ротора рекомендуется установить несколько камер видеонаблюдения в термокожухах. Термокожухи оборудованы системой обогрева, которая автоматически включается при понижении температуры ниже 10 градусов Цельсия. Камеры подключены к коммутационному шкафу, который располагается в будке для отдыха рабочей вахты на буровой площадке. В шкафу устанавливаются источник бесперебойного питания, сетевой коммутатор и модуль передачи электроэнергии по Ethernet (PoE – Power over Ethernet). Источник бесперебойного питания обеспечивает защиту оборудования от скачков напряжения в электросети на буровой [16].

Камеры видеонаблюдения объединяются с помощью сетевого коммутатора и модуля передачи электроэнергии по Ethernet. Вместе они подключаются к внешней беспроводной точке доступа с мощной всенаправленной антенной. Эту точку доступа можно разместить на открытом пространстве, без необходимости привязки к зданиям или сооружениям, и благодаря всенаправленной антенне достичь надежного подключения к беспроводной сети на всех рабочих местах на буровом объекте. Если установить такие антенны на вагонах балках, зона доступа может быть расширена почти вдвое [16].

Рассмотрим результаты исследования по программным продуктам для обеспечения безопасных и эффективных работ на буровой установке.

Среди предложенных компьютерных программ для автоматизации задач бурового супервайзинга выделяется программный продукт «АРМ Супервайзера» [17].

«Программный продукт «АРМ Супервайзера» является основным инструментом информационного обеспечения супервайзера по бурению скважин и предназначен для автоматизации обработки информации, собираемой супервайзером на буровой. Результатом работы программы является формализованный банк данных строительства скважины, информация из которого доступна авторизованным пользователям, имеющим

подключение к всемирной сети Интернет в любой точке мира и в любое время. Программный продукт «АРМ Супервайзера» значительно сокращает трудозатраты супервайзера на подготовку суточных рапортов и кратно снижает время, затрачиваемое на формирование аналитических отчетов, необходимых руководству для принятия решений по управлению процессом бурения скважины в реальном времени» [17].

Алгоритм работы «АРМ Супервайзера» представлен на рисунке 7.

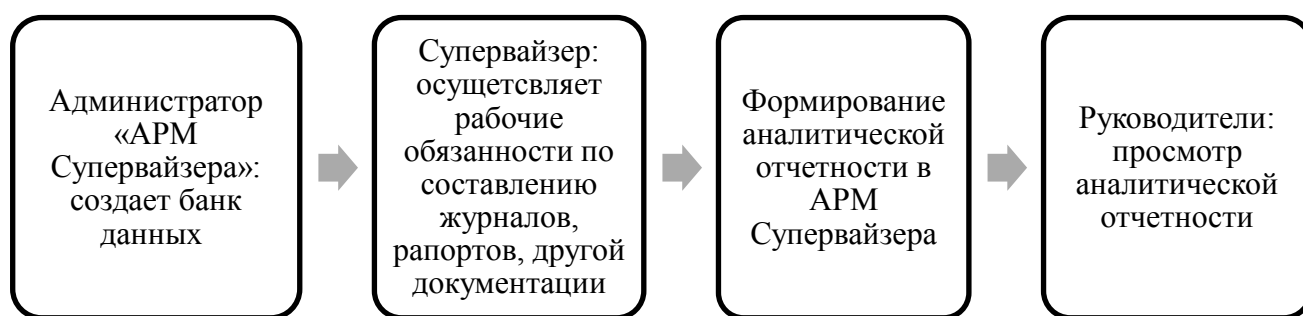


Рисунок 7 – Алгоритм работы «АРМ Супервайзера»

Администратор «АРМ Супервайзера» создает рабочую среду, в которой содержится база данных о скважинах заказчика.

«Рабочее место супервайзера на буровой оснащается персональным компьютером с доступом в глобальную сеть Интернет» [17].

На буровом объекте супервайзер, используя стандартный интернет-браузер, вносит оперативную информацию о процессе бурения скважины. Пользователь заходит на веб-сайт, где расположен программный продукт «АРМ Супервайзера», и с помощью уникального имени и пароля получает доступ к персональной рабочей среде программы, где он может работать только с теми скважинами, к которым у него есть разрешение.

В разделе «Журнал рапортов» пользователь создает новый документ (ежедневный рапорт супервайзера) и вносит техническую и технологическую информацию, подробно описывающую рабочие смены на буровой.

Введенные пользователем данные сохраняются в формализованном виде в базе данных и мгновенно становятся доступными для всех авторизованных пользователей, работающих с данной скважиной.

Другая категория пользователей (руководители) после аутентификации на веб-сайте с помощью «АРМ Супервайзера» может просматривать аналитические отчеты по своим скважинам (суточное время работы, использование буровых инструментов, технологические операции, график строительства скважины).

Программный продукт может включать модули, которые связываются с источниками первичной информации (ГТИ, ЗТС) и устанавливаются на компьютер супервайзера, находящийся на буровом объекте. Эти модули обрабатывают выходные данные со станций ГТИ, ЗТС и автоматически загружают их в текущий суточный рапорт супервайзера через мастер. Это значительно уменьшает необходимость ручного ввода первичной информации в базу данных программы оператором (супервайзером).

Программа «АРМ Супервайзера» также позволяет автоматизировать управление графиком приезда и отъезда супервайзеров на объекты и генерировать отчеты за указанный период для всех скважин, на которых проводятся работы по сопровождению строительства. Вся информация, просматриваемая через веб-интерфейс, может быть выгружена и сохранена в формате Microsoft Excel на компьютере пользователя, включая графики, диаграммы и таблицы.

Для создания различных отчетов на основе временных данных необходимо определить структурированные виды работ на буровой.

База данных «АРМ Супервайзера» предоставляет пользователю возможность создавать собственные списки видов работ в справочниках и получать аналитические отчеты на основе этих справочников. Программный продукт не имеет ограничений по количеству месторождений, кустов и скважин, обрабатываемых различными подрядчиками по супервайзингу, которые предоставляют отчетную информацию своим заказчикам. Каждый

пользователь работает с базой данных в своей рабочей области независимо от других пользователей, не имея доступа к чужой информации или возможности её предоставить.

Таким образом, программный продукт «АРМ Супервайзера» может быть интегрирован в информационную подсистему крупного газонефтедобывающего предприятия, которое занимается строительством множества скважин в разных регионах и сотрудничает с различными компаниями по сопровождению строительства скважин (супервайзингом).

Архитектура и технологии разработки программного продукта включают

- серверная часть, реализованная по принципу «клиент-сервер» с использованием СУБД Borland INTERBASE 6.0;
- модули мониторинга представляют собой фоновые службы, работающие в операционной системе MS Windows. Они передают информацию в режиме реального времени из программных продуктов станций ГТИ и ЗТС в серверную базу данных через сеть Интернет;
- доступ к базе данных осуществляется через веб-интерфейс, с соблюдением требований безопасности и авторизации пользователей, находящихся во вторичной сети Интернет;
- пользователи взаимодействуют с базой данных с помощью стандартных приложений MS Windows, таких как Internet Explorer 6 и выше, Microsoft Excel 97 и выше, через сеть Интернет [17].

Опишем технологию внедрения программы «АРМ бурового супервайзера».

Сравнение ключевых показателей таких как такие как: поиск нормативных документов; регистрация нарушений; оформление предписаний; справочная литература; оокументооборот в компании – представим в виде таблицы 4.

В данной таблице представлены ключевые показатели управления в системе охраны труда на буровой установке до и после программы «АРМ бурового супервайзера»

Таблица 4 – Сравнение ключевых показателей управления в системе охраны труда на буровой установке

Показатель	До внедрения программы	После внедрения программы «АРМ бурового супервайзера»
Поиск нормативных документов	Вручную	Программный поиск
Регистрация нарушений	Вручную, журналы регистрации	Программный журнал регистрации нарушений
Оформление предписаний	Вручную,	Наличие в ПО стандартных шаблонов по нормативным документам
Справочная литература	Ручной поиск, сервисы Интернет, периодические специализированные издания на бумажном и электронном носителе	Наличие раздела Справочная литература, обновляющегося один раз в год в автоматическом режиме при подключении к сети Интернет
Документооборот в компании	Бумажный	Электронный

На рисунке 8 представлены примеры оформления вахтового журнала супервайзера и журнала событий ущерба (аварии, осложнения, нарушения и отклонения).

ВАХТОВЫЙ ЖУРНАЛ СУПЕРВАЙЗЕРА

Дата	№ рейса	Комментарий (краткое описание работ на скважине и особенностей процесса бурения)

ЖУРНАЛ СОБЫТИЙ УЩЕРБА (АВАРИИ, ОСЛОЖНЕНИЯ, НАРУШЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ)

№ п/п	Дата	Вид события ущерба	Интервал возникновения события, м		Объем ущерба (час)	Краткое описание события ущерба	Принятые меры и рекомендации, ФИО ознакомленных ответственных лиц	Замечания устранены (да, нет)
			от	до				

Рисунок 8 – Примеры оформления вахтового журнала супервайзера и журнала событий ущерба (аварии, осложнения, нарушения и отклонения) [17]

На рисунке 9 представлен пример суточного рапорта станции ГТИ.

дата	№ рапорта	скважина / куст	месторождение	заказчик	буровая установка	буровой мастер	супервайзер	дата начала работ	Ø ствола, мм	проект, забой, м	забой на 00:00 на 24:00								
					БУ-75 Брэ					1001.0	##### 1490.0								
<b>бурение</b>																			
бурение всего			направлен. бурение			роторное бурение			вращение, об/мин		нагрузка на долот		давление, атм.		вес, т		макс. затяжка, т	момент, кНм	
	и	час	м/ч	и	час	м/ч	и	час	м/ч	поверх.	вд.	на забое	над забоем	буров. колонна	вверх	вниз	на забое	над забоем	
за сутки	6,0	8,75	0,7	6,0	8,8	0,7	0,0	0,0	0,0			12-14	75	100	24				
за рейс	5,0	7,42	0,7	5,0	7,42	0,7	0,0	0,0	0,0			12-14	80	100	24				
<b>раствор</b>																			
тип		удел. вес	пласт. вязк. API	динам. напр. сдв	водоотдача	услов. вязк. с.	корка	тверд. фаза %	pH	песок %	KCl, %	расход, л/с	температура, °C телесис. на поверх.		Сушка %	размер колон., мм	глубина башмака (I), м		
Гл. раствор		1,20			5,0	72	1,0		8,0			31,0				245,0	328,0		
<b>долота</b>																			
	производитель	тип	размер, мм	кол-во и размер насадок	интерв. бурения от до	наработка, ч	внутр. ряд	внешн. ряд	хар. износа	расположение	опоры	износ, мм	другое	причина подъема	серий. №				
R№24	ВМ	СЗ-ГАУ	215,9		1490 1491	1,0 1,33									340808				
R№25	ВМ	СЗ-ГАУ	215,9		1491 1490	5,0 7,42									340808				
<b>баланс времени</b>																			
						КНБК			R№24/25			замеры (инклинометр от 14.10.09)							
время нач.	время оконч.	глубина	наименование			серий. №	внеш. Ø мм	длина м	наработка, ч	глубина на м	зенит гр.	азимут гр.							
0:00	1:30	1490,00	Разборка КНБК			Рейс №24				1005	10,5	309,84							
1:30	2:25	1490,00	Сборка КНБК			СЗ-ГАУ215,9	340808	215,9	0,20	151	33,83	1010 10,23 310,84							
2:25	3:15	1490,00	СПО 0-721м			КСЛ-213,2		213,2	0,50	1496	131,58	1015 9,44 311,9							
3:15	3:25	1490,00	Промывка			Д2-195	655	195,0	5,75	1	1,33	1020 9,48 311,79							
3:25	4:40	1490,00	СПО 721-1474			переводник 152/133			0,20			1025 8,78 312,4							
4:40	5:20	1490,00	промывка проработка 1474-1490			УБТ-178		178,0	9,45			1030 8,42 314,26							
5:20	5:40	1490,00	СПО (нарастили одну трубку)			переводник 133/122			0,20			1035 7,66 314,86							
5:40	7:00	1490,00	бурение отказ турбины)			ТБПК-114	11	178,0				1040 6,84 318,21							
7:00	11:00	1491,00	СПО подъем инструмента									1045 6,22 318,64							
11:00	11:40	1491,00	Разборка КНБК									1050 5,62 320,04							
11:40	12:40	1491,00	сборка КНБК									1055 5,22 320,09							
12:40	13:10	1491,00	спуск инструмента					Длина КНБК	16,30			1060 4,34 322,5							
13:10	13:20	1491,00	промывка на 345 м			Рейс №25				1065	3,7	323,95							
13:20	13:55	1491,00	спуск инструмента			СЗ-ГАУ215,9	340808	215,9	0,20	152	41,25	1070 3,2 324,45							
13:55	14:00	1491,00	промывка на 710 м			КСЛ-213,2		213,2	0,50	1496	131,58	1075 2,52 330,18							
14:00	14:55	1491,00	спуск инструмента			Д2-195	07020	195,0	8,10	5	7,42	1080 2,12 336,51							
14:55	15:10	1491,00	промывка на 1050 м			переводник 152/133			0,20			1085 1,31 345,85							
15:10	15:45	1491,00	спуск инструмента			УБТ-178		178,0	9,45			1090 1,13 14,76							

Рисунок 9 – Пример суточного рапорта станции ГТИ [17]

Для обеспечения безопасности работ в качестве реорганизации работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда предлагается внедрить в алгоритм работы «АРМ Супервайзера» функцию оперативного формирования отчетности о происшествиях, для предупреждения инцидентов, аварий и несчастных случаев.

На рисунке 10 схематично показан алгоритм работы с функцией оперативного формирования отчетности о происшествиях, для предупреждения инцидентов, аварий и несчастных случаев.

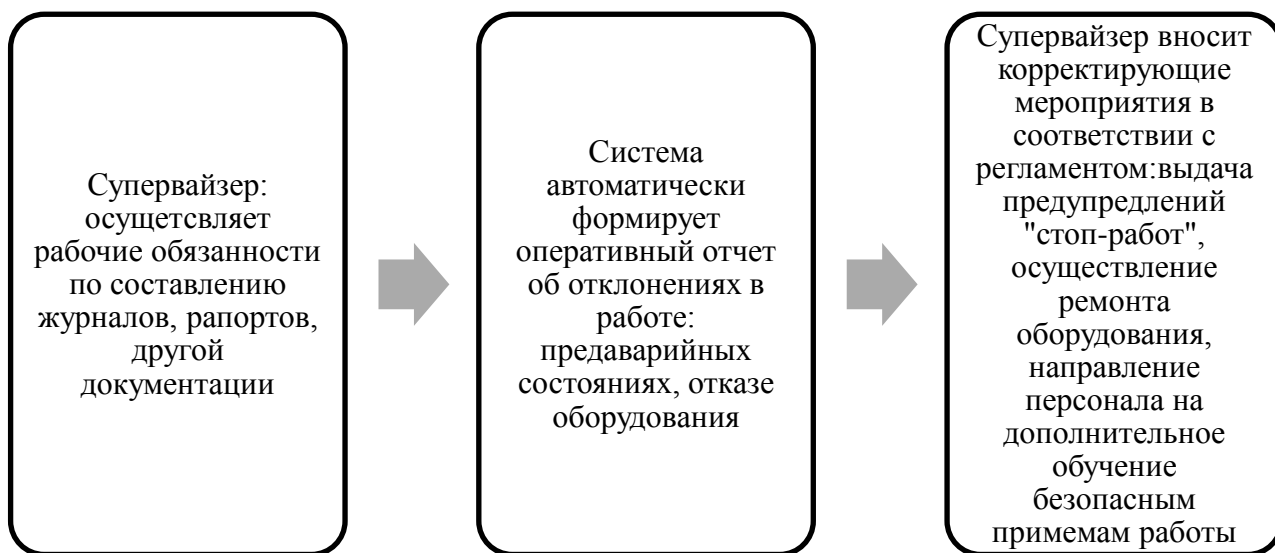


Рисунок 10 – Алгоритм работы «АРМ Супервайзера»

Предлагается так же усовершенствовать данную систему «АРМ бурового супервайзера» установкой дополнительного оборудования для управления скважиной.

Система, известная как автоматизированное управление скважиной, была разработана для полной автоматизации обнаружения притока и последовательности закрытия скважины во время буровых работ. Разработанная для решения основной проблемы безопасности, связанной с человеческим фактором, автоматизированная система управления скважиной может повысить безопасность и эффективность буровых работ за счет снижения вероятности человеческой ошибки и обеспечения согласованности процессов [27].

Благодаря высокой чувствительности автоматизированной системы управления скважиной, происходит быстрое реагирование на события контроля скважины, что способствует быстрой идентификации, принятию решений и реакции. Это значительно снижает размер притока и уменьшает риск для людей и окружающей среды [27].

Одной из важных функций в этом процессе является перемещение бурильной колонны, чтобы гарантировать отсутствие несовместимого

соединения труб через противовыбросовый превентор. Этот процесс называется разносом и способствует безопасному закрытию противовыбросового превентора [27].

Автоматизированная система обеспечивает непрерывный мониторинг скважины в режиме реального времени и автоматическое управление притоком. После обнаружения притока автоматизированная система управления скважиной активно управляет буровой установкой, выполняя необходимые команды для разгона, остановки верхнего привода, выключения насосов и закрытия противовыбросового превентора [27].

Системой на буровой установке являются программируемый логический контроллер (ПЛК) и экран человеко-машинного интерфейса.

Перед приступлением к буровым работам бурильщик настраивает параметры выноса и выбирает необходимое оборудование для функционирования Автоматизированной системы управления скважиной, включая верхний привод, буровые насосы, буровые лебедки и противовыбросовый превентор. Внедрение автоматизации позволяет применить политику оператора или супервайзера по бурению, обеспечивая надежный контроль скважины на протяжении всего процесса бурения [27].

В случае возникновения притока бурильщик получает визуальное и звуковое оповещение от системы, указывающее на начало автоматизированной последовательности управления скважиной. Затем система берет на себя управление несколькими элементами оборудования, которыми обычно управляет человек-оператор [27].

Система была тщательно протестирована на симуляторах бурения. Смоделированные скважинные данные использовались для проверки того, как эта технология работает в широком диапазоне сценариев. Кроме того, автоматизированное управление скважиной было продемонстрировано на учебном мероприятии по управлению скважиной для большой группы бурильщиков.



С определенной скважиной, запрограммированной в симуляторе управления скважиной, каждый бурильщик выполнил ручную остановку скважины.

Несмотря на то, что каждый бурильщик знал, что произойдет выброс, наименьший объем остановки притока составил  $\sim 1,27 \text{ м}^3$ , а наибольший  $\sim 5,08 \text{ м}^3$ , с типичным объемом около  $3 \text{ м}^3$ . Когда автоматизированная система управления скважиной автоматически закрыла тот же приток, объем закрытия составил менее  $0,32 \text{ м}^3$ , что на порядок меньше, чем у бурильщика-человека [27].

### **3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения предлагаемых методов и средств управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда**

Основной целью и результатом является сокращение аварий и инцидентов на буровых установках. Для каждой скважины проводится оценка рисков, а затем разрабатывается комплекс мероприятий, направленных на предотвращение аварий, с последующим мониторингом в процессе бурения. Комплекс мероприятий по предотвращению аварий и инцидентов представляет собой программу, которая учитывает опыт бурения в аналогичных условиях для каждой скважины [18].

Проведем оценку эффективности предлагаемого метода управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Основными индикаторами социального воздействия мероприятий, направленных на улучшение условий и охрану труда, являются:

- сокращение числа работников, чьи рабочие места не отвечают нормативным требованиям по условиям труда;
- снижение уровня травматизма;

- предполагаемая экономия за счет сокращения числа работников, работающих в неблагоприятных условиях труда, и увеличение рабочего времени благодаря сокращению потерь от временной нетрудоспособности.

Представим в виде графиков снижение количества аварий и инцидентов на буровых. В данной статистике так же учтено влияние человеческого фактора. Автоматизация управления скважиной может почти полностью исключить человеческий фактор; следовательно, автоматизированная система управления скважиной может повысить безопасность и эффективность операций на скважине.

На рисунке 11 представлено количество предупреждений, позволивших предупредить риски возможных аварий и инцидентов на буровых платформах с установленным «АРМ Супервайзера», по оси ординат – количество в единицах за год.

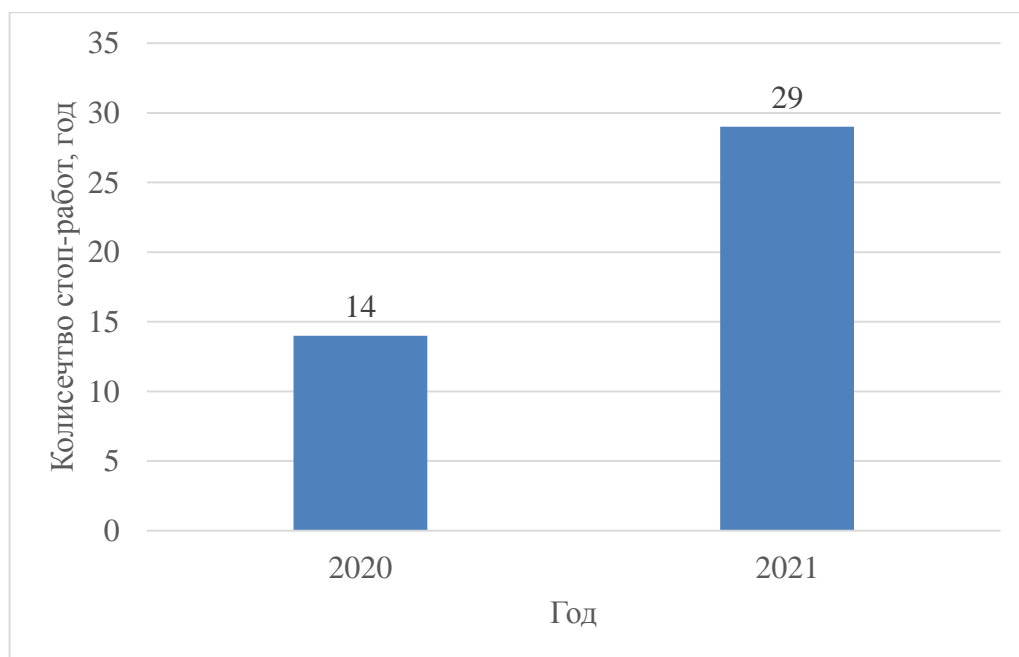


Рисунок 11 – Количество «стоп-работ» (предупреждений), выданных на буровых платформах с установленным «АРМ Супервайзера» 2020-2021 гг.

В 2020 г. было выдано 17 предупреждений (стоп-работ), а за 2021 г. – 29, позволивших предупредить риски возможных аварий и инцидентов. Как

видно из графика, наблюдается увеличение предупреждений, что было возможно с внедрением формирования оперативного отчета о работе буровой скважины.

На рисунке 12 представлена статистика по основным видам аварий и инцидентов в скважине за 2020-2021 гг. в сравнении.



Рисунок 12 – Статистика по основным видам аварий и инцидентов в скважине за 2020-2021 гг. в сравнении

В 2020 году произошли следующие основные виды аварий и инцидентов в скважинах, которые можно разделить на следующие категории и соответствующие процентные доли:

- прихваты – 46,7% случаев;
- слом бурильных труб и элементов – 13,3% случаев;
- аварии с геофизическими приборами – 13,3% случаев;
- аварии с долотами – 13,3% случаев;

- падение посторонних предметов – 6,7% случаев.
- аварии с обсадными колоннами – 6,7% случаев.

Эти данные отражают основные причины аварийных ситуаций, которые произошли в скважинах в течение 2020 года.

В 2021 году наблюдались следующие основные виды аварий и инцидентов в скважинах, которые можно разделить на следующие категории и соответствующие процентные доли:

- прихваты – 36% случаев;
- слом бурильных труб и элементов – 10% случаев;
- аварии с геофизическими приборами – 10% случаев;
- аварии с долотами – 5% случаев;
- падение посторонних предметов – 0% случаев;
- аварии с обсадными колоннами – 5% случаев.

Общий тренд, отраженный в данных, свидетельствует о снижении частоты некоторых видов аварий и инцидентов в скважинах в 2021 году по сравнению с 2020 годом. Это указывает на улучшение безопасности и принятие соответствующих мер для предотвращения таких ситуаций, что так же связано с внедрением автоматизированного рабочего места супервайзера.

Исходные данные для экономического обоснования проекта внедрения автоматизированной системы «АРМ Супервайзера» представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для экономического обоснования проекта автоматизированной системы «АРМ Супервайзера»

Показатели	Условные обозначения	Ед. измерения	Базовый вариант	Проектный вариант
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Ч <sub>нс</sub>	чел.	9	0
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем	Д <sub>нс</sub>	дни.	45	0
Среднесписочная численность основных рабочих	ССЧ	чел.	158	158

Рассчитаем показатели социальной эффективности мероприятий по охране труда, а именно внедрения автоматизированной системы «АРМ Супервайзера» по формулам, представленным ниже.

«Коэффициент частоты травматизма» [27]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Ч_{\text{нс}} \cdot 1000}{\text{ССЧ}}, \quad (1)$$

«где  $Ч_{\text{нс}}$  – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел.

ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел.» [27].

«Коэффициент тяжести травматизма» [27]:

$$K_{\text{т}} = \frac{Д_{\text{нс}}}{Ч_{\text{нс}}}, \quad (2)$$

«где  $Д_{\text{нс}}$  – количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем, дн.» [22].

$$K_{\text{ч1}} = \frac{9 \cdot 1000}{158} = 56,96,$$

$$K_{\text{ч2}} = \frac{0 \cdot 1000}{125} = 0,$$

$$K_{\text{т1}} = \frac{45}{9} = 5,$$

$$K_{\text{т2}} = 0.$$

«Изменение коэффициента частоты травматизма ( $\Delta K_{\text{ч}}$ )» [27]:

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100\% - \frac{K_{\text{ч2}}}{K_{\text{ч1}}} \cdot 100\%. \quad (3)$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма ( $\Delta K_{\text{т}}$ )» [27]:

$$\Delta K_T = 100\% - \frac{K_{T2}}{K_{T1}} \cdot 100\%. \quad (4)$$

«где  $K_{ч1}$ ,  $K_{ч2}$  – коэффициент частоты травматизма до и после проведения мероприятий.

$K_{T1}$ ,  $K_{T2}$  – коэффициент тяжести травматизма до и после проведения мероприятий» [22].

$$\Delta K_ч = 100\% - \frac{0}{56,96} \cdot 100\% = 100 \%,$$

$$\Delta K_T = 100\% - \frac{0}{5} \cdot 100\% = 100 \%$$

Таким образом, коэффициент частоты травматизма после проведения мероприятий составил 100 %, как и коэффициент тяжести травматизма после проведения мероприятий составил 100 %.

Предполагаемая экономия за счет сокращения числа работников, работающих в неблагоприятных условиях труда, и увеличение рабочего времени благодаря сокращению потерь от временной нетрудоспособности представлена на рисунке 13.

График составлен исходя из показателей травмирования работников во время выполняемых работ за 2020 и 2021 годы.

Согласно предоставленным данным, следующие показатели размера выплат по нетрудоспособности для работников, получивших травму на буровой скважине, были представлены:

- в 2020 году: размер выплат составил 250 тысяч рублей;
- в 2021 году: размер выплат составил 0 рублей, так как не произошло ни одного несчастного случая, признанного страховым.

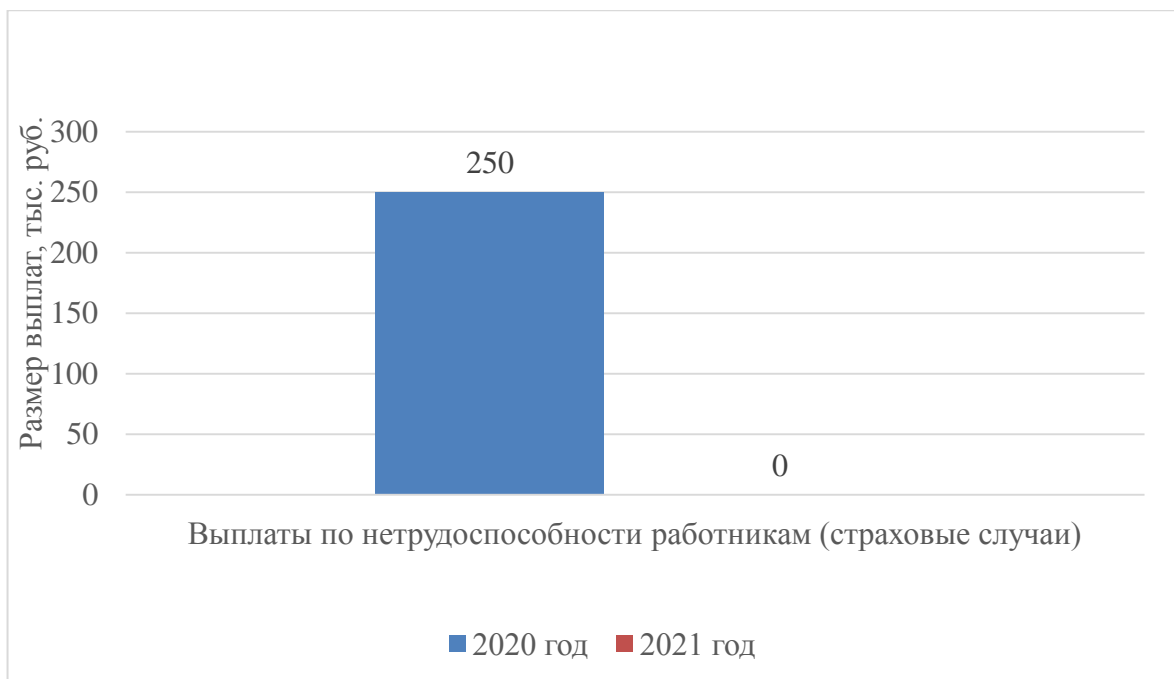


Рисунок 13 – Размер выплат по нетрудоспособности работникам, получившим травму на буровой скважине за 2020-2021 гг.

Так как в ООО «НарСвет» снижение степени компенсации за полученные травмы на буровых скважинах не происходило и политика выплат не менялась, то можно судить о том, что отсутствие выплат может быть связано с успешными мерами по улучшению безопасности на буровых скважинах и снижению количества травматических случаев. Более низкий уровень выплат может указывать на снижение рисков и лучшую организацию рабочих процессов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что предложенные методы управления и реорганизации работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда являются эффективными.

Выводы по разделу 3.

В данном разделе экспериментально исследуются выбранные средства и методы управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. В разделе так же выносятся предложения по техническим средствам и методам управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

В качестве технического решения предложено техническое оснащение буровой «АРМ Супервайзера» с внедренной системой автоматизированного управления скважиной.

Результаты внедрения «АРМ Супервайзера»:

- улучшение контроля и безопасности;
- оптимизация процессов и ресурсов;
- улучшение точности и надежности данных;
- повышение уровня обученности и квалификации персонала;
- улучшение условий работы;
- повышение эффективности работы: увеличение скорости принятия решения.

Затем в разделе проводится оценка эффективности внедренных средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

За 2021 г. было выдано 29 «стоп-работ» (предупреждений), что больше показателей 2020 года на 50%, позволивших предупредить риски возможных аварий и инцидентов. Как видно из графика, наблюдается увеличение предупреждений, что было возможно с внедрением формирования оперативного отчета о работе буровой скважины.

Статистика по основным видам аварий и инцидентов в скважине за 2020-2021 гг. в сравнении показывает снижение аварийных ситуаций в среднем от 5 до 50 % по видам аварий и инцидентов.

Таким образом, внедрение «АРМ Супервайзера» эффективно.



## Заключение

Целью диссертационного исследования являлась разработка процедуры применения технических средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Во введении раскрывается актуальность исследования, ставятся цели и задачи исследования. Описывается объект и предмет исследования. Во введении так же приводится научная новизна работы, ее практическая значимость и практики применения результатов работы.

В первом разделе «Анализ применяемых технических средств и методов управления системой охраны и безопасности труда в организации ООО «НарСвет» проводится анализ нормативно-правового обеспечения системы охраны труда, в организации.

Рассмотрены локальные нормативно-правовые акты в организации ООО «НарСвет».

Анализ показал наличие и актуальность процедур и инструкций по безопасности, которые регулируют выполнение работ и меры предосторожности. Такие документы понятны, доступны работникам и регулярно обновляются в соответствии с изменениями в рабочей среде и требованиями законодательства.

В разделе так же рассматриваются методы управления системой охраны и безопасности труда в организации.

Оценка применяемых технических средств и оборудования включает их соответствие требованиям безопасности, наличие необходимых защитных устройств, инструкций по эксплуатации, а также правильность установки и обслуживания. Используемое оборудование на предприятии не представляет угрозы для работников и соответствует нормам безопасности.

Однако технические средства и методы управления системой охраны и безопасности труда в организации ООО «НарСвет» реализованы не в полном объеме: затруднен сбор статистики, способы передачи данных существуют на

разных носителях, отсутствует единая автоматизированная системой охраны и безопасности труда в организации.

Во втором разделе работы «Исследование внедрения процедуры применение технических средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда» были исследованы подходы к внедрению технических средств и методов управления, а также реорганизации рабочих процессов в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

Конкретно, исследованы критерии функционирования средств и методов управления системой охраны здоровья и обеспечения безопасности труда, которые играют важную роль в определении эффективности и успешности применяемых мер и инструментов в области охраны труда. Эти критерии позволяют оценить соответствие системы охраны труда требованиям нормативных актов, а также выявить проблемные области и принять соответствующие меры для их устранения или совершенствования.

В разделе так же рассмотрены методы управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Выявлены наиболее перспективные методы управления безопасностью – идентификация и анализ рисков, позволяет выявлять потенциальные опасности и разрабатывать соответствующие меры по их предотвращению или снижению. Это может включать разработку стандартных процедур, инструкций и правил, а также обучение и тренинг работников.

Целью реорганизации работ является устранение или снижение опасностей, минимизация рисков и создание безопасной и здоровой рабочей среды.

В третьем разделе «Опытно-экспериментальная апробация средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда» экспериментально исследуются выбранные средства и методы управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. В разделе так же выносятся

предложения по техническим средствам и методам управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

В качестве технического решения предложено техническое оснащение буровой «АРМ Супервайзера» с внедренной системой автоматизированного управления скважиной.

Результаты внедрения «АРМ Супервайзера»:

- улучшение контроля и безопасности;
- оптимизация процессов и ресурсов;
- улучшение точности и надежности данных;
- повышение уровня обученности и квалификации персонала;
- улучшение условий работы;
- повышение эффективности работы: увеличение скорости принятия решения.

Затем в разделе проводится оценка эффективности внедренных средств и методов управления и реорганизация работ в системе охраны здоровья и обеспечения безопасности труда.

За 2021 г. было выдано 29 «стоп-работ» (предупреждений), что больше показателей 2020 года на 50%, позволивших предупредить риски возможных аварий и инцидентов. Как видно из графика, наблюдается увеличение предупреждений, что было возможно с внедрением формирования оперативного отчета о работе буровой скважины.

Статистика по основным видам аварий и инцидентов в скважине за 2020-2021 гг. в сравнении показывает снижение аварийных ситуаций в среднем от 5 до 50 % по видам аварий и инцидентов.

Таким образом, внедрение «АРМ Супервайзера» эффективно.

## Список используемых источников

1. Аюпов Д. А, Майский Р.А. Энергосбережение при разработке нефтяных скважин, оборудованных установками электроцентробежных насосов.
2. Повышение надежности и энергоэффективности электротехнических систем и комплексов // Межвузовский сборник научных трудов (с международным участием). 2016. С. 536-540.
3. Авторское свидетельство СССР №225856, кл. В01F5/00, 1967.
4. Байбакова И. Р, Майский Р. А. Организационно-методические аспекты управления предприятиями нефтегазового комплекса. Актуальные проблемы науки и техники – 2015. Материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых учёных. УГНТУ. Уфа. 2015. С.173-175.
5. Белоногов Г. Е., Бондаренко А. В., Лукиянов М. Ю. Экология как философия выживания в XXI веке // Евразийский юридический журнал. 2015. №8(87). С. 340-343.
6. Балаба В. И. Обеспечение безопасности технических устройств, применяемых в бурении // Надежность и сертификация оборудования для нефти и газа. 2002. №3. С. 21-25.
7. Балаба В. И. Безопасность технологических процессов бурения скважин: Учебное пособие. М: 2007. 166 с.
8. Гавтуняк П. И., Гульцев В. Е., Журавлев В. В., Кустышев А. В., Чабаев Л.У. Особенности ликвидации открытого газового фонтана на глубокой поисково-оценочной скважине [Электронный ресурс] : Пожаровзрывобезопасность. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-likvidatsii-otkrytogo-gazovogo-fontana-na-glubokoy-poiskovo-otsenochnoy-skvazhine> (дата обращения: 10.12.2022).
9. Галлямов М. А. Способы повышения эффективности управления промышленной безопасностью/ Галлямов М.А., Костарева С. Н., Гилязов А.

А., Смородова О. В. // Промышленная безопасность на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах. II-ая Международная научно-практическая конференция. 2008. С. 299-301.

10. Демпси П., Краткий обзор состояния измерений в процессе бурения: Нефть, газ и нефтехимия за рубежом, №5, 1986. С. 7-11.

11. Долговых К. С. Меры снижения возникновения опасных ситуаций на месторождениях нефти и газа [Электронный ресурс] : XXI век. Техносферная безопасность. 2018. №1(9). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mery-snizheniya-vozniknoveniya-opasnyh-situatsiy-na-mestorozhdeniyah-nefti-i-gaza> (дата обращения: 10.12.2022).

12. Дроздова Т. И. Анализ причинно-следственных связей возгорания газового фонтана на газоконденсатном месторождении. [Электронный ресурс] : XXI век. Техносферная безопасность. 2018. №4(12). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prichinno-sledstvennyh-svyazey-vozhgoraniya-gazovogo-fontana-na-gazokondensatnom-mestorozhdenii> (дата обращения: 10.12.2022).

13. Кловач Е. В., Шалаев В. К., Сидорова Н. С., Старцев М. В. Иллюзии, реалии и проблемы технического регулирования // Безопасность труда в промышленности. 2016. №6. С. 4-10.

14. Кульчицкий В.В., Алиев З.С., К.С. Басниев, Щебетов А.В., Кудрин А.А., Блинов Н.Б., Королько Е.И., Ларионов А.С., Молчанов Д.Н. Индивидуальное проектирование горизонтальных скважин с гидродинамическим обоснованием их конструкции. // Технологии ТЭК. 2004. Апрель. с.36-40.

15. Кульчицкий В. В., Ларионов А. С., Архипов А. И. Учебное пособие «Применение технических средств контроля процессов бурения нефтегазовых скважин». М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2010 151 с.

16. Кульчицкий В. В., Ларионов А. С., Гришин Д. В., Александров В.Л. Учебное пособие «Методическое и информационное обеспечение

бурового супервайзера». М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2010. 252 с.

17. Кульчицкий В. В., Ларионов А. С., Гришин Д. В., Александров В.Л. Учебное пособие «Технико-технологический надзор строительства нефтегазовых скважин (буровой супервайзинг)». М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2007. 135 с.

18. Кульчицкий В. В. Геосупервайзинг – синергия цифровых профессий, специальностей и науки в нефтегазовом деле // Россия: тенденции и перспективы развития. 2018. №13-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geosupervayzing-sinergiya-tsifrovyyh-professiy-spetsialnostey-i-nauki-v-neftegazovom-dele> (дата обращения: 06.05.2023).

19. Кузнецов Б.П. Осуществлять технологический контроль могут только специалисты, наделенные полномочиями. НТЖ «Бурение и нефть». № 14, 2017. С. 25-33

20. Кузнецов Б. П. Проблемы супервайзинга в бурении. НТЖ «Бурение и нефть». № 12, 2018, С. 8-9

21. Левицкий А. З. Использование геолого-технической информации в бурении. М.: Недра, 1992. 176 с.

22. Ляшенко Г. В., Штыфель А. П., Кульчицкий В. В., Сазонов А. А., Ларионов А. С., Щебетов А. А., Александров В. Л. Парадигма управления строительством скважин // НТЖ «Инженер-нефтяник». № 3. 2009. С. 35-48.

23. Никитин Б. А., Гноевых А. Н., Потапов А. Г., Сочнев О. Я. Технико-технологическое обеспечение экологической безопасности при строительстве скважин // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. 2017. №2. С. 14-18.

24. Мухаметзянов И. З., Майский Р. А., Янтудин М.Н. Исследование потоковых данных на самоподобие и масштабную инвариантность // Информационные технологии. Проблемы и решения: материалы международной научно-практической конференции Уфа, 2015. Т.2. С.178-181

25. Смирнов П. П. Риски и меры предупреждения [Электронный ресурс] : АЛЛЕЯ НАУКИ, Издательский центр «Quantum»), № 5 (44), 2020. С. 165-171. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43161964> (дата обращения: 13.04.2023).

26. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ (последняя редакция). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 13.04.2023).

27. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно–методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы)/ Фрезе Т.Ю. Тольятти: ТГУ, 2022. 60 с.

28. Юсупова А. Б. Статистические исследования аварийности на объектах нефтегазодобычи [Электронный ресурс] : АЛЛЕЯ НАУКИ, Издательский центр «Quantum»), № 4 (67), 2022. С. 426-434. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49269971> (дата обращения: 13.04.2023).

29. Atchison B. Automated well control: A step change in safety [Электронный ресурс] : Digital Chemical Engineering, Volume 3, 2022/ 100022, ISSN 2772-5081. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772508122000138#bib0002> (дата обращения: 13.04.2023).

30. According to an American Petroleum Institute [Электронный ресурс] : U.S. Env'tl. Prot. Agency, Office of Solid Waste URL: <https://www.osti.gov/biblio/898533> (дата обращения: 13.04.2023).

31. Drill DB. Schlumberger GeoGuest. Program Manual, 2018. 205 p.

32. Bork J., Tudor F., Turner L., Gomersall S. et al. Making business decisions on exploration and development of deposits through an integrated Integrated Project Management (IPM) // Oil and Gas Review Schlumberger. 2018, summer. p.16-31

33. The future of drilling automation: transforming a vision into reality [Электронный ресурс] Drilling Contractor, 2020. URL: <https://drillingcontractor.org/the-future-of-drilling-automation-transforming-a-vision-into-reality-57036>

34. TotalDrillingPerformance. Landmark Graphics Corp. (Halliburton Inc.) Program Manual, 2020. 160 p.

35. WellPlan. Landmark Graphics Corp. (Halliburton Inc.) Program Manual, 2019. 158 p.