

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему: Обеспечение безопасной эксплуатации опасного производственного объекта путем использования дополнительных систем видеоаналитики

Студент

В.А. Сапожников

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.Н. Жуков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Тема данной исследовательской работы обладает актуальностью среди важных проблем современного состояния экономики, темпы развития которой обеспечиваются многими факторами, в том числе и эффективностью деятельности, безопасностью. Обеспечение безопасных условий труда, минимизация рисков гарантируют для производства отсутствие нанесения ущерба в следствие аварий. Важные составляющие в области обеспечения безопасности производства – это применение новых технологий, обеспечивающих улучшение условий на рабочих местах, повышение уровня безопасности, сокращение травматизма и профессиональных заболеваний.

Цель исследования – обеспечение безопасной эксплуатации опасного производственного объекта путем использования дополнительных систем видеоаналитики.

Объект исследования – ООО «Катойл-Дриллинг».

Предмет исследования – обеспечение безопасной эксплуатации опасного производственного объекта.

По структуре работа состоит из введения, шести разделов, заключения и списка используемых источников, включающего 20 источников.

В работе присутствует 9 рисунков, 14 таблиц.

Содержание

Введение.....	4
1. Требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.....	5
2. Анализ системы видеоаналитики соблюдения требований ПБОТОС.....	9
3. Научно-исследовательский раздел.....	18
4. Охрана труда.....	26
5. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	33
6. Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	36
7. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	40
Заключение.....	46
Список используемых источников.....	48
Приложение А Результаты производственного контроля.....	50

Введение

Тема данной исследовательской работы обладает актуальностью среди важных проблем современного состояния экономики, темпы развития которой обеспечиваются многими факторами, в том числе и эффективностью деятельности, безопасностью. Обеспечение безопасных условий труда, минимизация рисков гарантируют для производства отсутствие нанесения ущерба в следствие аварий. Важные составляющие в области обеспечения безопасности производства – это применение новых технологий, обеспечивающих улучшение условий на рабочих местах, повышение уровня безопасности, сокращение травматизма и профессиональных заболеваний.

Цель исследования – обеспечение безопасной эксплуатации опасного производственного объекта при использовании дополнительных систем видеоаналитики. Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

- охарактеризовать требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- провести анализ системы видеоаналитики соблюдения требований ПБОТОС;
- предложить мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации опасного производственного объекта путем использования дополнительных систем видеоаналитики;
- рассмотреть способы охраны труда и окружающей среды;
- охарактеризовать методы защиты в аварийных ситуациях;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объект исследования – ООО «Катойл-Дриллинг». Предмет исследования – обеспечение безопасной эксплуатации опасного производственного объекта.

Выпускная квалификационная работа содержит 50 листов материала, включает в себя 9 рисунков, 14 таблиц и 20 используемых источников.

1. Требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта

Основным нормативным актом, который определяет, какие объекты относятся к опасным производственным объектам, на протяжении долгого времени остается Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ о промышленной безопасности. Применение положений государственной политики в этой области дополнительно регулируется следующими правовыми документами:

- Федеральный закон от 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ, устанавливающий правила, в соответствии с которыми выполняется обязательное страхование опасных производственных объектов и гражданской ответственности их собственников;
- Постановление Правительства от 28 марта 2001 года № 241, определяющее правила ведения работ на опасном производственном объекте с учетом норм безопасности, установленных на законодательном уровне;
- Постановление Правительства от 18 декабря 2020 года № 2168, указывающее, как должен выполняться производственный контроль на опасных производственных объектах;
- Постановление Правительства от 24 ноября 1998 года № 1371, которое определяет, где должны быть зарегистрированы опасные производственные объекты;
- отраслевые нормы и правила, устанавливающие требования безопасности при эксплуатации конкретных типов производственных предприятий;
- дополнительные правовые акты.

В статье 3 Федерального закона от 21.07.1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (далее – Федеральный закон № 116-ФЗ) дается следующее определение понятия

требований промышленной безопасности: это условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, изложенные в настоящем Федеральном законе; других федеральных законах; нормативных правовых актах Президента РФ и Правительства РФ, принимаемых в соответствии с федеральными законами; федеральных нормах и правилах в области ПБ.

Опасными производственными объектами являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, указанные в приложении 1 к закону. Опасные производственные объекты подлежат регистрации в государственном реестре в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, указанными в приложении 2, на четыре класса опасности (чрезвычайно высокой опасности; высокой опасности; средней опасности; низкой опасности).

Обязанности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, приведены в статье 9 116-ФЗ. Этот длинный список включает следующие виды работ:

- соблюдение требований действующего законодательства в части организации и выполнения действий, необходимых для безопасности производства, включая обязательное получение лицензии в случае, если деятельность компании принадлежит к категории лицензируемых;
- уведомление государственных надзорных органов обо всех значимых событиях, связанных с эксплуатацией, а также предоставление им необходимых данных о его характеристиках, включая обоснование безопасности опасного производственного объекта и другие требуемые документы;

- регистрация опасного производственного объекта в Едином государственном реестре в установленном порядке. В ходе регистрации также производится категоризация ОПО, то есть присвоение ему одного из четырех классов опасности, предусмотренных законодательством;
- обеспечение закрытия всех должностных позиций, необходимых для нормального функционирования предприятия, сотрудниками, прошедшими квалификационную подготовку и имеющими нужный опыт работы. В случаях, предусмотренных законодательством, необходимо организовать подготовку и аттестацию сотрудников с получением ими подтверждающих документов;
- обеспечение наличия приборов учета и контроля деятельности оборудования и сотрудников на предприятии, а также организация производственного контроля в компании;
- обеспечение проведения поверки и калибровки используемого оборудования, выполнения правил эксплуатации опытного оборудования, соблюдения рекомендаций производителя об использовании производственных механизмов,
- организация экспертиз промышленной безопасности и испытаний в случаях, предусмотренных действующим законодательством, с соблюдением установленных сроков, а также составление необходимых документов и приложений, включая паспорт безопасности опасного производственного объекта;
- профилактика несанкционированного доступа на предприятие лиц, не имеющих полномочий;
- страхование гражданской ответственности собственника компании перед третьими лицами на случай аварии в установленном порядке;
- выполнение предписаний и указаний органов государственного контроля и надзора;

- остановка работы предприятия в случае аварии, оперативная локализация и ликвидация ее последствий, организация расследования причин аварии, учет произошедших инцидентов;
- другие виды обязанностей, предусмотренных законом, - например, в организации высокой категории опасности должны быть организованы охранные зоны опасных производственных объектов.

Выводы по первому разделу

В первом разделе исследования уточнено, что основной объем ответственности за безопасность при эксплуатации возлагается на собственника или эксплуатирующую компанию, которую он привлек для организации таких работ. Однако достижение нужного уровня безопасности – это общая задача, в решении которой обязаны участвовать и работодатели, и сотрудники предприятий. Работники опасного производственного объекта обязаны выполнять все требования безопасности, установленные законодательством и локальными нормативными актами компании, а также соблюдать правила выполнения работ и порядок действий в случае экстренной ситуации.

2. Анализ системы видеоналитики соблюдения требований ПБОТОС

На сегодняшний день цифровые технологии находят все более широкое применение в сфере охраны труда, окружающей среды и промышленной безопасности. Внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта в трудовую деятельность работников, выполняющих обязанности по охране труда, позволяют усовершенствовать рабочий процесс.

В компании ООО «Катойл-Дриллинг» с внедрением новых информационных технологий в сфере промышленной безопасности и охраны труда сократились случаи с травматизмом, повысился уровень производственной культуры. Такие технологии обеспечивают возможность спрогнозировать вероятность возникновения происшествий, аварийных ситуаций, предотвратить или минимизировать негативные последствия. Мониторинг случаев нарушения требований охраны труда ведется в автоматическом режиме, что позволяет снизить число аварий, производственный травматизм, материальные потери.

Решение многих проблем по вопросам обеспечения безопасности на производстве возможно через использование современных технологий, в числе которых:

- «усовершенствовать процесс управления рисками в области ПБОТОС;
- определить нахождение работников в опасных зонах;
- зафиксировать отсутствие страховочных привязей при выполнении работ на высоте;
- увеличить коэффициент эффективности труда работников производственных подразделений за счет снижения затрат времени на выявление и устранение нарушений в области ПБОТОС;
- усовершенствовать процесс анализа по опасным условиям и опасным действиям;

- произвести контроль выполнения требований ПБОТОС удаленно;
- зафиксировать факты неиспользования перил при спусках и подъемах по лестничным маршам;
- повысить культуру безопасности в долгосрочной перспективе;
- повысить осведомленность о существующих барьерах безопасности на производстве в реальном времени;
- определить отсутствие средств индивидуальной защиты;
- создать инструмент по оперативному реагированию на выявленные опасные условия и действия» [2].

Травмирование сотрудников на рабочих местах достаточно часто случается в следствие нарушений правил безопасности труда самими сотрудниками, а не из-за неудовлетворительной организации охраны труда на предприятии.

Наличие новых систем мониторинга на производственном объекте позволяет отследить возможные нарушения в действиях работников, о чем ставится в известность оператор, который моментально принимает решения, предотвращающие травмирование сотрудника, вероятность наступления несчастного случая, нанесения предприятию материального ущерба и неизбежное наказание виновного за нарушение требований.

«Согласно нормативам, на предприятии, где среднесписочная численность персонала не превышает 700 человек, с задачами охраны труда может справиться один специалист (за исключением вредных и опасных производств). Однако вполне очевидно, что и один специалист, и целый отдел охраны труда не могут осуществлять непрерывный контроль всего персонала. Это становится возможным только благодаря применению современных систем видеоаналитики и контроля техники безопасности на предприятии» [1].

Проводится аналитическая обработка потоков видеоданных, поступающих с видеокамер, расположенные на территории предприятия в

разных точках, кроме этого, возможна оперативная обработка (режим реального времени), проведение анализа архивированных данных.

Аналитической видеосистемой, в основе которой искусственный интеллект, ведется отслеживание технологического процесса в полном объеме, фиксация отклонений и нарушений, что позволяет мгновенно принять корректирующие действия. Одними из основных достоинств такой системы – круглосуточная автономная работа, практически мгновенное обнаружение ошибочных действий персонала, нахождения людей в запрещенных для их пребывания зонах и иных нештатных ситуаций, о чем тотчас же информируются определенные службы.

Подробнее остановимся на использовании видео аналитических систем для решения ряда основных направлений в области промышленной безопасности.

«СИЗ используются работниками для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения. Выделяют 12 классов СИЗ в зависимости от их назначения: костюмы изолирующие, одежда специальная защитная, средства защиты ног, рук, головы, лица, глаз, органов слуха, органов дыхания, средства защиты от падения с высоты, средства дерматологические защитные и средства защиты комплексные» [10].

«Среди указанных категорий на подавляющем числе промышленных и строительных предприятий наибольшее распространение получили такие СИЗ, как каски, респираторы, очки, перчатки, спецодежда, спецобувь. Часто поверх фирменной спецодежды (куртка, комбинезон) работникам предписывается также надевать светоотражающий сигнальный жилет» [10].

«Все эти СИЗ, за исключением спецобуви, в настоящее время могут успешно выявляться при помощи системы машинного зрения, построенной на основе глубокого машинного обучения (сверточных нейронных сетей). С учетом того, что алгоритм анализа выполняется не на одном изображении, а на непрерывной серии кадров (видео), достоверность обнаружения

нарушений такими системами приближается к 100%. Ложные тревоги допустимы в разумных пределах» [10].

Пример одного из подобных решений представлен на рисунке 1. Производитель данной системы видеоаналитики – SMARTEC (бренд компании «АРМО-Системы»). «Алгоритм обнаруживает на последовательности кадров людей и прослеживает их перемещение, а также анализирует использование ими СИЗ, в частности каски и сигнального жилета. Сотрудник, на котором не обнаружены требуемые средства защиты, выделяется на изображении красной рамкой, и на пульт оператора системы приходит предупреждение о выявленном нарушении. Факт нарушения вместе с изображением фиксируется в базе данных» [15].



Рисунок 1 – Пример работы модуля SMARTEC (бренд компании «АРМО-Системы») обнаружения людей и контроля использования СИЗ

Достаточно широко на производствах используются подъемные краны и средства передвижения массивных предметов, при падении которых (опрокидывании) возникает угроза нанесения травмы любой тяжести вплоть до гибели находящимся вблизи сотрудникам. На основании таких факторов

риска в помещении цеха устанавливают опасные участки, в которые не разрешается входить.

Установление опасных участков проводят около конвейерных линий, манипуляторов. Рассмотрим применение системы видеонаблюдения производителя – Axis Communications. Выделение границ данных участков осуществляют линиями контрастного цвета по полу, а на видеоизображениях системы наблюдения с помощью виртуальных линий (рисунок 2).



Рисунок 2 – Пример работы модуля контроля Axis Communications нахождения людей в зоне работы крана

«Система машинного зрения выявляет на видеоизображении людей. В случае появления человека в заданной опасной зоне подается предупредительный сигнал, к примеру, на пульт начальника смены или крановщику. Также возможна подача предупреждающего звукового сигнала работнику, находящемуся в опасной зоне работы крана. Запись об инциденте сохраняется в базе данных» [11].

«Визуальный контроль нахождения людей в опасных зонах многократно снижает возможность получения сотрудниками тяжелых травм от работающих устройств и механизмов. Формируется доказательная база для применения дисциплинарных воздействий на работников, регулярно выходящих за границы безопасных зон и создающих таким образом опасность возникновения производственного травматизма» [14].

В производственных участках могут находиться различные движущиеся элементы исполнительных механизмов, обладающих потенциальной опасностью нанесения вреда работающим при нарушении ими правил техники безопасности. В деятельности работника может присутствовать взаимодействие с данными устройствами в виде подачи изделий, контроля операций, при выполнении переключений и пр.

Процесс мониторинга действий сотрудника нацелен на выявление операции с несоблюдением правил безопасности, что несет потенциальную опасность в первую очередь ему самому. Рассмотрим далее такого производителя, как WISENET. Данная компания проводит исследования по выявлению всех вероятных ошибочных действий сотрудника при обслуживании прессы, измельчителя, пилы, намотчика. Наиболее часто встречаемыми, с точки зрения опасности, движениями оказались движения рук, излишний угол наклона туловища к работающему оборудованию, что представлено на рисунке 3, а при обслуживании механизма, производящего резку (ленточная пила) требуются защитные перчатки специального назначения.

«При выявлении опасной ситуации система машинного зрения, помимо стандартных предупредительных сигналов и логирования, должна мгновенно выдать сигнал для аварийной остановки механизма. В связи с этим предъявляются существенные требования к быстродействию таких систем. Обеспечить его может, с одной стороны, использование камер машинного зрения с высокой частотой формирования кадров (fps от 60 и выше) и низкими задержками передачи данных, с другой – способность

вычислительного устройства обработать такой объем данных. С учетом того, что нейросетевые алгоритмы имеют сравнительно высокую вычислительную сложность, решение заключается в использовании скоростных и достаточно дорогостоящих графических ускорителей» [12].

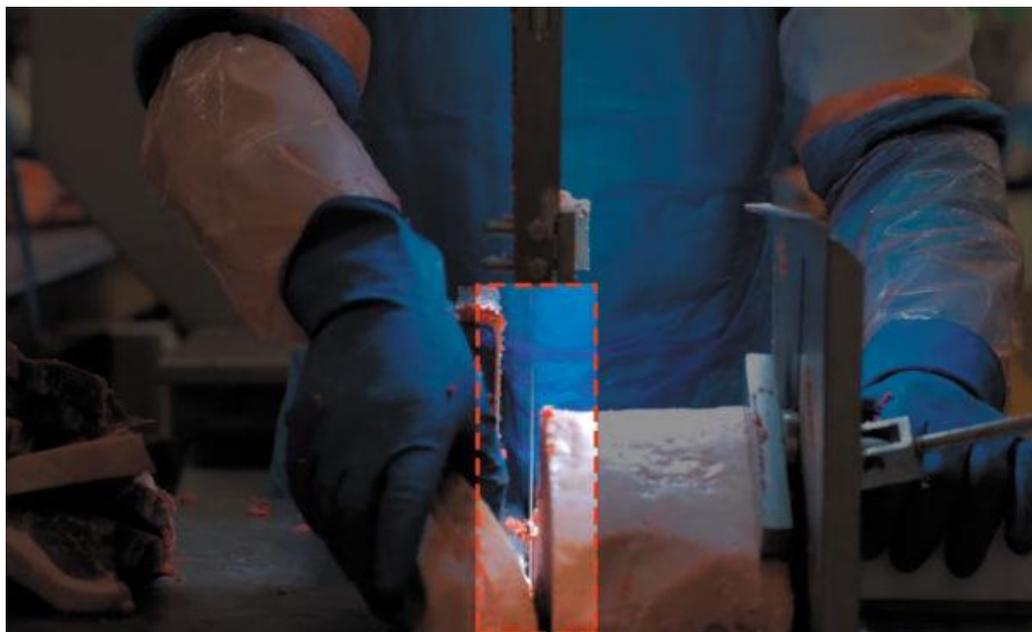


Рисунок 3 – Пример работы модуля WISENET контроля работы с ленточной пилой

«Важный момент, на который стоит обращать внимание разработчикам и потребителям систем контроля выполнения операций, заключается в том, что нейросетевые модели, как бы тщательно и долго они ни обучались, не могут гарантировать 100%-ное выявление всех опасных ситуаций при приемлемом уровне ложных тревог. Система машинного зрения способна повысить уровень промышленной безопасности и во многих случаях спасти здоровье или жизнь работнику, но крайне опростетчиво надеяться на то, что она снизит аварийность до нуля» [12].

Степень эффективности данной системы позволяет установить ее тестирование в условиях реальной эксплуатации эмпирическим методом, именно поэтому инвестирование средств в разработки подобных систем

имеют риски. Но на современном этапе развития промышленности руководителями и работодателями понимается высокая важность промышленной безопасности в деятельности предприятий, поэтому они выделяют средства на разработки и использование такого плана систем мониторинга [19]. Выполнение контролирующих функций за процессом выполнения этапов работ, представленных в регламенте, важны по ряду причин. Первое: соблюдение предписанных регламентом работ и сроков их выполнения оказывает непосредственное влияние на качество и продуктивность деятельности. Второе: отклонения от предписанных регламентом операций и процедур, как правило, повышает вероятность травматизма на производстве и в строительстве.

Остановимся на примере: необходимо провести хронометраж ремонтных работ электродвигателя (отслеживаются все передвижения и операции работающего в зоне отведенного рабочего места размером около 3 м на 4 м. Видеонаблюдение позволяет досконально отслеживать каждое движение и действие рабочего за ремонтным верстаком, использованного инструмента, положения электродвигателя. Для большей эффективности анализа видеоданных рекомендуется на перчатки и на плечах спецодежды нанесение меток [18]. «Другим примером является контроль скопления и перемещения людей на производственной площадке. Система машинного зрения анализирует перемещение людей в зоне контроля и выявляет ситуации их скопления (трех и более человек) на одном локальном участке, что соответствует условному нарушению регламентов работы. Также имеет смысл рассмотреть такого производителя, как IDIS, которая занимается разработкой таких систем видеоаналитики. Подобное решение применимо не только для промышленных или строительных предприятий. В аэропортах, банках и на многих других объектах, где формируются очереди, очень востребованной сейчас является задача последовательного движения людей в очереди – оценка количества людей, порядка и безопасного расстояния следования (рисунок 4)» [4].



Рисунок 4 – Пример работы модуля IDIS оценки длины очереди и скорости обслуживания

Выводы по второму разделу

Во втором разделе сделан вывод о том, что научная организация системы промышленной безопасности обеспечивает на производственном или строительном объекте необходимый уровень безопасности и сводит до минимума риски возникновения аварий и травматизма. Руководству предприятий для организации контроля в целях обеспечения безопасности и охраны труда рекомендуется для установления систем видео наблюдения и проведения аналитической обработки видеоданных задействовать профессионалов этой области, так как от качества выполненной работы зависят жизнь и здоровье многих сотрудников и, конечно же, благосостояние самого предприятия.

3 Научно-исследовательский раздел

После проведенного ранее исследования по ведущим производителям систем видеоаналитики (SMARTEC (бренд компании «АРМО-Системы»), Axis Communications, WISENET, IDIS) в предыдущем разделе была выбрана технология «Цифровой супервайзер», которая представляет собой программу ведения автоматического отслеживания выполняющим работам персоналом компании требований промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды на ОПО. По мнению автора данное решение является наиболее эффективным в рамках текущего исследования. Ранее отснятый видеоматериал, поступающий с камер наблюдения, просматривался и анализировался специалистами, что показано на рисунке 5.

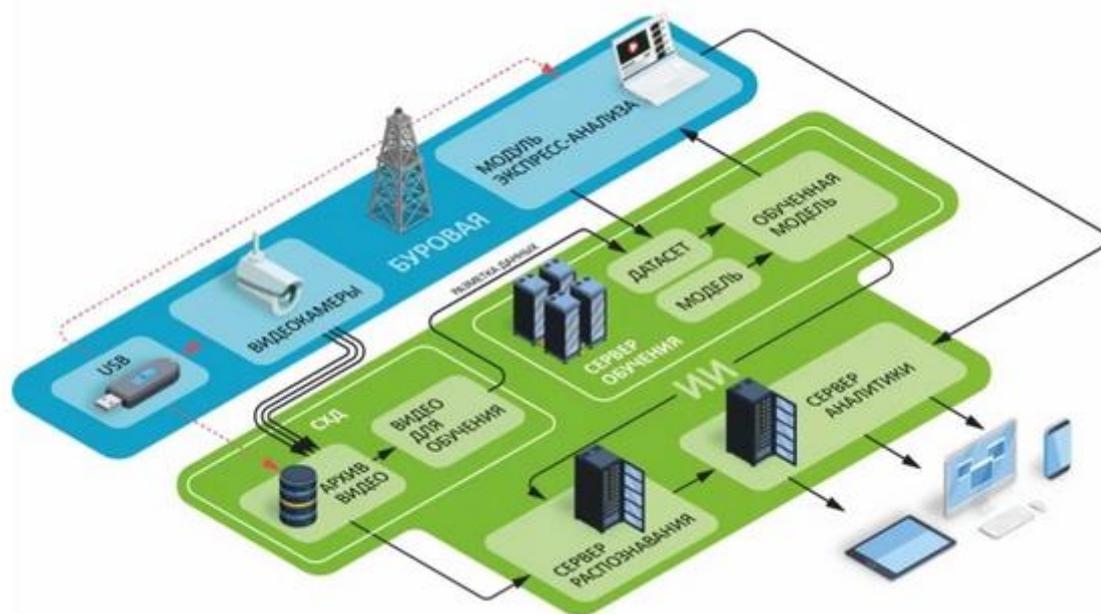


Рисунок 5 – Целевая архитектура системы видеоаналитики

Поскольку в компании «Катойл-Дриллинг» большие объемы видеоданных ранее анализировались специалистами, нельзя было говорить о высоком качестве и оперативности анализа установленных правил

безопасности и охраны труда. Руководством компании было принято решение о модернизации данного процесса мониторинга с помощью автоматизированной технологии «Цифровой супервайзер».

Реализация «цифрового супервайзера» позволила:

- «определять использование сотрудниками средств индивидуальной защиты (очки, каска);
- фиксировать применение работниками перил при передвижении вверх и вниз по лестницам;
- выявлять случаи использования/неиспользования средств защиты дыхания (маски) (рисунок 6)» [9].



Рисунок 6 – Результат цифрового видеоанализа материалов

Дорабатывается такой функциональный процесс системы видео аналитики, как правильность использования сотрудниками, работающими на высоте, системы страховочных элементов и пребывание сотрудников в «красных» зонах (повышенная опасность) [17]. Технология «Цифровой супервайзер» построена на базе искусственного интеллекта, анализирующего в режиме реального времени видеоматериал, поступающий с камер, для установления наличия в действиях сотрудников нарушений и опасных манипуляций [20].

Выявленные нарушения фиксируются и группируются по видам:

- «отсутствие каски, отсутствие защитной маски;
- неиспользование перил при спуске по лестнице;
- неиспользование перил при подъеме по лестнице;
- отсутствие защитных очков» [9].

Результат выполненного мониторинга представляется в форме аналитического отчета, пересылаемого затем ответственным лицам из руководящего состава.

Автоматизированный процесс выявления случаев нарушений правил безопасности на производстве и охраны труда, исключаящий фактор человеческого участия, состоит из таких этапов:

- «работник появляется в зоне детектирования;
- модуль детектирования производит подсчет количества работников, находящихся в зоне детектирования» [9].

Модуль идентификации событий нарушения ТБ выполняет проверку по следующим критериям:

- «каска – отсутствует или надета;
- перчатки – отсутствуют одна или обе;
- куртка – застегнута полностью или нет;
- нарушение периметра опасной зоны – наличие или отсутствие персонала в опасной зоне;
- медицинская маска – отсутствует или надета;

– нарушение социальной дистанции» [9].

Завершение проверки оканчивает в целом весь процесс. В случае, когда проверка не завершена, модуль событий проведет соотнесение индексного значения вероятности нарушений требований безопасности и охраны труда [16].

Если значение вероятности превышает допустимое, модуль событий регистрирует нарушение, о чем оператор ставится в известность; в случае значения индекса менее допустимого, происходит завершение процесса.

«Сведения по факту нарушения должны быть сохранены в модуле хранения фотографий и видеофрагментов. После этого процесс завершается. Аналогично был описан процесс нарушений периметра опасных зон работниками, процесс фиксации наличия спецтехники в зоне детектирования, процесс формирования и загрузки отчетности с помощью модуля запросов и формирования отчетов» [13] (рисунок 7).

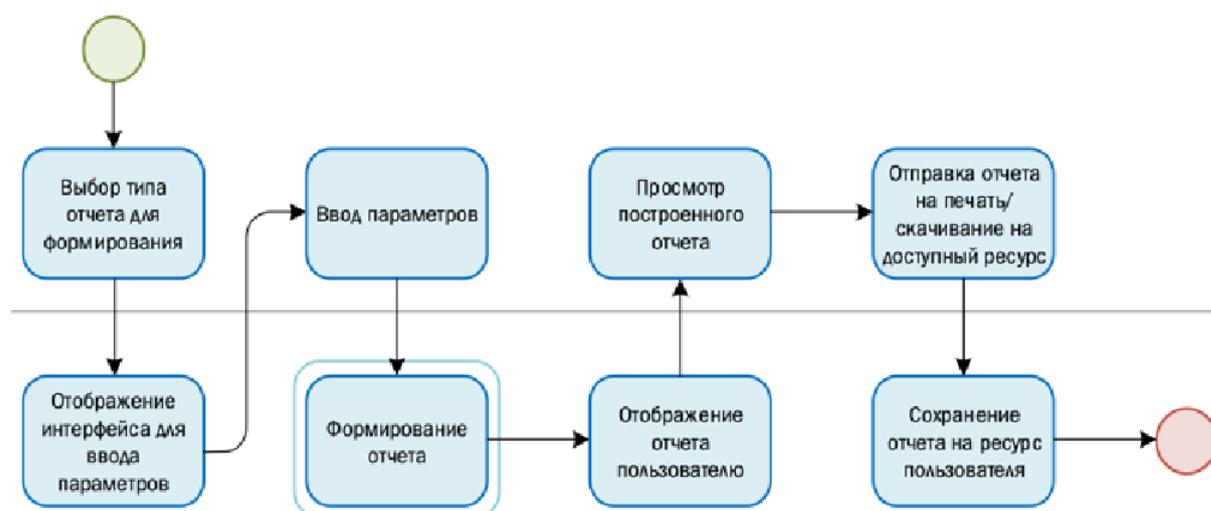


Рисунок 7 – Схема процесса автоматической фиксации нарушений ТБ

«Информация о нарушении, представленная в карточке нарушения, сопровождается в системе самим фрагментом нарушения, 5 секундами, предшествующих моменту детектирования нарушения, и 5 секундами после

него. В настройках системы также реализована возможность устанавливать глубину хранения данных о нарушениях (в днях), по достижении которой соответствующие данные должны автоматически удаляться из БД системы (информация о самом нарушении, файлы с фото и видео фрагментом нарушения) и в её интерфейсе больше не отображаться» [13].

«Процедура очистки данных запускается периодически, интервал проверки (в секундах) также задаётся в интерфейсе системы. Архитектура системы строится на принципе сервис-ориентированной архитектуры (SOA), которая позволяет обеспечить модульный подход к разработке программного обеспечения, а также на основе трехзвенной архитектуре, которая включает базы данных, серверы приложений, «тонкие» и мобильные клиенты» [13].

Основные компоненты архитектуры (рисунок 8):

- «веб-клиент, реализованный на базе React UI. Основной функционал: интерфейс на добавление/редактирование камер, мониторинг работы системы, просмотра видеопотоков и видеопотоков, с наложенной визуализацией работы детекторов;
- БД — база данных для хранения задач для манипулирования потоков, настроек камер и информации о событиях. Реализация на базе Postgres;
- хранилище моделей – репозиторий с возможностью версионного хранения обученных нейросетей для работы детекторов;
- сервис авторизации – подсистема аутентификации и авторизации пользователей, распределения прав и доступа к личным кабинетам;
- сервис управления медиасerverами – инструмент для запуска однократных/периодических задач, используется для запуска/остановки обработки видеопотоков, а также запускает задачи на переключение репозитория;
- медиасервер – сервис для передачи видеопотоков и кадров на обработку в детекторы и отображения видеопотоков и результатов работы нейронных сетей на этих потоках (видеопотоки с

визуализацией). Представляет видеопотоки по технологиям Motion Jpeg, hls, rtmp;

- балансировщик – система, при подключении или отключении камер и с заранее фиксированной периодичностью проводящая балансировку видеопотоков на презентованные сервера и GPU процессоры;
- детекторы — нейросети (модули видеоаналитики) и логика, необходимая для детектирования событий и нарушений на видеопотоках. Детектируемые инциденты нарушений включают в себя идентификацию наличия СИЗ, обнаружение падения человека, видеоконтроль нахождения в зоне, идентификация возгорания, идентификацию поднятой стрелы автокрана при движении;
- тепловая карта – алгоритм определяет места с наиболее частым нахождением людей» [9].

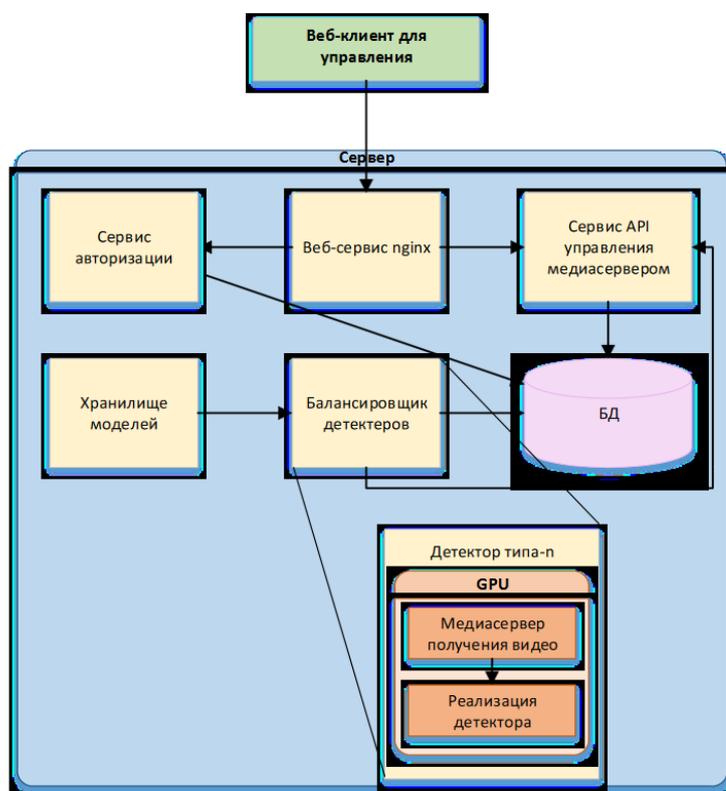


Рисунок 8 – Взаимодействие между компонентами системы

Предлагаемая система на базе цифровых технологий с использованием искусственного интеллекта обеспечивает поддержание лучших условий труда, снижение числа нарушений в области обеспечения безопасности практически в десять раз, в чем заключается характеристика социального эффекта системы.

Сотрудник, нарушивший требования техники безопасности, подвергается определенному воздействию:

- «при выявлении нарушения надо зафиксировать факт нарушения актом о несоблюдении правил техники безопасности;
- на основе акта нужно истребовать у работника письменные объяснения, согласно ст. 193 ТК РФ;
- непосредственный руководитель работника или сотрудник, ответственный за контроль соблюдения техники безопасности, составляет докладную записку на имя генерального директора с описанием ситуации, объяснений работника, причин, повлекших нарушение, тяжести нарушения, а также предложения, как наказать сотрудника и принять меры по пресечению повторных нарушений;
- на основании всех этих документов принимается решение привлечь работника к ответственности (например, издать приказ о выговоре);
- на основании этого приказа лишить работника права на премии в течение определенного времени» [9].

К перечисленным требованиям, предъявляемым к самой системе, следует добавить информационную безопасность, обеспечивающую защиту самому программному продукту.

Информационная безопасность – это «защита данных от кражи или изменения, случайного или преднамеренного. Система информационной безопасности организации является эффективным инструментом защиты интересов владельцев и пользователей информации. Следует отметить, что не только несанкционированный доступ к информации может нанести

ущерб. Она может быть вызвана сбоем в работе средств связи или информации» [12].

Для обеспечения защиты информации в системе используются следующие методы:

- «аутентификация пользователей. Для каждого пользователя устанавливаются уникальные пароли. Они устанавливают принадлежность пользователя к информационной системе;
- разделение на группы пользователей» [9].

«Пользователей делят на специальные группы. У каждой группы пользователей свой ограниченный функционал в системе. Это обеспечивает защиту информации. Каждый пользователь отвечает не за всю информацию в системе, а только за ту, с которой он непосредственно работает, и изменять он может только те документы и объекты конфигурации, с которыми он работает» [12].

Дополнительно к основной общей информационной защите системы все персональные компьютеры пользователей имеют антивирусные программы, что защищает от внешних угроз при работе в интернет-пространстве, при использовании внешних носителей информации.

Кроме перечисленных способов защиты применяется физическая защита – это установка электронных замков для каждого офисного отдела, что предотвращает несанкционированные допуски к персональным компьютерам сотрудников.

Вывод по третьему разделу

В третьем разделе представлено, что внедрение системы видеоаналитики нарушений требований техники безопасности позволит повысить эффективность деятельности по обеспечению безопасности за счет снижения травматизма работников при производстве работ, а также за счет повышения трудовой дисциплины и культуры безопасности.

4 Охрана труда

В качестве объектов исследования выбраны рабочие места для водителя, оператора и электрика. Реестр рисков представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Реестр рисков

№ опасности	Опасность	ID	Опасное событие
3	Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
6	Обрушение наземных конструкций	6.1	Травма в результате заваливания или раздавливания
7	Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.5	Опрокидывание транспортного средства при проведении работ
12	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.1	Повреждение органов дыхания частицами пыли
22	Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	22.1	Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме
24	Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	24.1	Психоэмоциональные перегрузки
27	Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
27	Электрический ток	27.3	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ
28	Насилие от враждебно-настроенных работников/третьих лиц	28.1	Психофизическая нагрузка

«Меры управления профессиональными рисками (мероприятия по охране труда) направляются на исключение выявленных у работодателя опасностей или снижение уровня профессионального риска» [11].

В таблице 5 проведена идентификация опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах и проведена их оценка риска.

Таблица 2 – Анкеты водителя, оператора и электрика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Грузчик на погрузчике	6	6.1	Весьма маловероятно	1	Катастрофическая	5	5	Низкий
	7	7.5	Весьма маловероятно	1	Крупная	4	4	Низкий
	22	22.1	Маловероятно	2	Крупная	4	8	Низкий
Оператор склада	12	12.1	Весьма вероятно	5	Приемлемая	2	10	Средний
	24	24.1	Вероятно	4	Приемлемая	2	8	Низкий
	28	28.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
Электрик	3	3.2	Маловероятно	2	Катастрофическая	5	10	Средний
	27	27.1	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
	27	27.3	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний

Оценка вероятности рассмотрена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	- Практически исключено - Зависит от следования инструкции	1

Продолжение таблицы 3

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
-		- Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	-
2	Маловероятно	- Сложно представить, однако может произойти - Зависит от следования инструкции - Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	2
3	Возможно	- Иногда может произойти - Зависит от обучения (квалификации) - Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая	3
4	Вероятно	- Зависит от случая, высокая степень возможности реализации - Часто слышим о подобных фактах - Периодически наблюдаемое событие	4
5	Весьма вероятно	- Обязательно произойдет - Практически несомненно - Регулярно наблюдаемое событие	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	- Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек); - Несчастный случай на производстве со смертельным исходом; - Авария; - Пожар;	5
4	Крупная	- Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней); - Профессиональное заболевание. - Инцидент	4
3	Значительная	- Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней;	3

Продолжение таблицы 4

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
-	-	- Инцидент	-
2	Незначительная	- Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. - Инцидент, - Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	- Без травмы или заболевания; - Незначительный, быстроустраняемый ущерб	1

Количественную оценку риска рабочего места электрика рассчитаем по формуле:

$$\text{ИПР} = A \cdot U \quad (1)$$

где ИПР – индекс профессионального риска;

A – коэффициент вероятности опасности;

U – коэффициент степени тяжести последствий [5].

Количественная оценка риска рабочего места электрика:

$$\text{ИПР} = 5 \cdot 4 = 20 \text{ баллов}$$

По итогам заполнения анкет выбраны наиболее значительные риски, к ним относятся контакт с частями электрооборудования и нарушение правил эксплуатации оборудования. Для данного вида рисков разработаем мероприятия по снижению уровня риска.

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [6], проведем идентификацию опасностей оператора в ООО «Катойл-

Дриллинг» и составим карту профессиональных рисков для этого рабочего места в таблице 5.

Таблица 5 – Карта профессиональных рисков рабочего места оператора в ООО «Катойл-Дриллинг»

Опасность	Результат воздействия опасностей	V _p	П _д	П _с	Категория риска	Меры управления
Механические опасности	Незначительное воздействие, первая медицинская помощь, микротравмы	0,1	4	0,4	Минимальный риск	Соблюдение требований инструкций по охране труда для профессий и видов работ. Использование СИЗ для защиты от механических повреждений, использование исправного инструмента
Электрические опасности	Возможность поражения электрическим током при работе электроинструментом	10	10	15	Высокий риск	Соблюдение требований инструкций по охране труда для видов работ. Использование СИЗ. Назначение ответственных за безопасную эксплуатацию и содержание в исправном состоянии инструмента и оборудования. Своевременное испытание, осмотр электрооборудования
Термические опасности	Тепловой удар, ожог	10	10	15	Высокий риск	Использование СИЗ.

Продолжение таблицы 5

Опасность	Результат воздействия опасностей	В _р	П _д	П _с	Категория риска	Меры управления
-	-					Питьевое обеспечение работников. Предоставление работникам дополнительных перерывов для отдыха (при работе на открытом воздухе в летний период) Сокращение времени от воздействия.
Опасности от шума	Ухудшение остроты слуха, снижение внимания, развитие профессионального заболевания из-за повышенного уровня шума на рабочем месте	10	10	15	Высокий риск	Использование СИЗ для защиты органов слуха.

В соответствии с классификацией уровней профессионального риска баллы имеют существенный уровень риска, что означает необходимость планирования и выполнения неотложных мер в сжатые сроки.

Для снижения риска электрических опасностей рекомендуется соблюдение требований инструкций по охране труда для видов работ. Использование СИЗ. Назначение ответственных за безопасную эксплуатацию и содержание в исправном состоянии инструмента и оборудования. Своевременное испытание, осмотр электрооборудования.

Для снижения риска термических опасностей рекомендуется использование СИЗ. Питьевое обеспечение работников. Предоставление

работникам дополнительных перерывов для отдыха (при работе на открытом воздухе в летний период). Сокращение времени от воздействия.

Для снижения риска опасностей от шума рекомендуется использование СИЗ для защиты органов слуха.

Вывод по четвертому разделу

В четвертом разделе проведена идентификация опасностей работника в ООО «Катойл-Дриллинг». По итогам заполнения анкет выбраны наиболее значительные риски, к ним относятся контакт с частями электрооборудования и нарушение правил эксплуатации оборудования. Для данного вида рисков разработаны мероприятия по снижению уровня риска. Для снижения риска электрических опасностей рекомендуется соблюдение требований инструкций по охране труда для видов работ. Использование СИЗ. Назначение ответственных за безопасную эксплуатацию и содержание в исправном состоянии инструмента и оборудования. Своевременное испытание, осмотр электрооборудования.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды является частью системы наблюдений за ее состоянием и загрязнением под воздействием объектов размещения отходов и осуществляется в целях предотвращения негативных изменений качества окружающей среды, информирования органов государственной власти.

В качестве основной нагрузки, воздействующей на антропогенную среду от ООО «Катойл-Дриллинг», можно назвать воздействие на сточные воды. Поэтому на рисунке 9 обратимся к информации о их концентрации на рассматриваемом объекте.



Рисунок 9 – Анализ концентрация сточных вод ООО «Катойл-Дриллинг»

Итак, согласно рисунку 11 основным источником загрязнения сточных вод являются смыв с площадок открытого тарного хранения, смывы от нефтепродуктов, применяемых в технологическом процессе.

Учет отходов ООО «Катойл-Дриллинг» осуществляется на основании Федерального закона «Об отходах производства и потребления» от 10.06.1998 №89.

Антропогенная нагрузка на окружающую среду от склада ООО «Катойл-Дриллинг» представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду от склада ООО «Катойл-Дриллинг»

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
Склад ООО «Катойл-Дриллинг»	-	-	Стоки бытовые	ТКО, отходы бумажные, смет с территории малоопасный; лампы люминесцентные,
Количество в год		-	1000 куб.м./год	8 т

Определим соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным. Сведения о применяемых на объекте технологиях представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
-	Склад ООО «Катойл-Дриллинг»	Водоснабжение	Соответствует
-	Склад ООО «Катойл-Дриллинг»	Вентиляция	Соответствует

Профилактические мероприятия снижения отрицательного воздействия на окружающую среду для ООО «Катойл-Дриллинг»:

- «соблюдение всех норм технологического режима в процессе работы оборудования;
- качественное обучение и проверка знаний обслуживающего персонала по профессиям;
- соблюдение правил и инструкций по ТБ при проведении газоопасных огневых работ, а также при взаимодействии со сторонними организациями;
- проведение учебно-тренировочных занятий по ликвидации аварий и локализации пожаров и возгораний на площадке подготовки нефти с обслуживающим персоналом;
- блокировка оборудования и сигнализации при отклонении от нормальных условий технологических процессов;
- периодическое диагностирование узлов запорной арматуры ультразвуковыми, электромагнитными и другими приборами;
- выполнение антикоррозийной защиты участков трубопроводов;
- прокладка трубопроводов в кожухах при пересечении ими автомобильных дорог;
- молниезащита и защита от статического электричества» [3].

Итак, согласно ФЗ «Об охране окружающей среды»: «Отходы производства и потребления, радиоактивные отходы подлежат сбору, накоплению, утилизации, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых должны быть безопасными для окружающей среды и регулироваться законодательством Российской Федерации» [5].

Выводы по пятому разделу

В пятом разделе выпускной квалификационной работы проведена оценка антропогенного воздействия ООО «Катойл-Дриллинг». Предложены профилактические мероприятия снижения отрицательного воздействия на окружающую среду для ООО «Катойл-Дриллинг».

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Для производственных объектов ООО «Катойл-Дриллинг» разработаны планы эвакуации, включающие ряд пунктов:

- «общие положения. В этом пункте указаны ссылки на основные законодательно-нормативные акты, приводится краткое изложение нормативной базы, указывается требование обязательного выполнения каждым сотрудником производственного объекта данной инструкции;
- передача сведений о ЧС (пожарной или аварийной). В этом пункте указаны признаки возникновения и развития пожарных ситуаций, приводится последовательность действий и оперативные данные при информировании пожарного подразделения, ответственных за состояние пожарной безопасности сотрудников предприятия;
- действия персонала при эвакуации. Приводится перечень мер, снижающих развитие пожара, обеспечивающих сохранение жизни и здоровья работникам – отключение электроснабжения, применение СИЗ и др. Здесь же указаны обязательные действия и их очередность дежурному персоналу, руководителям подразделений, ответственным за пожарную безопасность лицам, согласно утвержденного списка; четко определены безопасные места для эвакуированных;
- первые средства тушения пожара. Тут содержится краткое изложение действий, как привести в рабочее состояние огнетушители (углекислый, порошковый); перечислены местоположения огнетушителей и пожарных водных кранов; приведены краткие сведения - в каких ситуациях используются средства тушения» [13].

«Сигнал оповещения является командой для проведения мероприятий по гражданской обороне и защите населения от чрезвычайных ситуаций

природного и техногенного характера органами управления и силами гражданской обороны и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также для применения населением средств и способов защиты» [7]. Задачи по взаимодействию служб жизнеобеспечения с противопожарной службой района представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Задачи по взаимодействию служб жизнеобеспечения с противопожарной службой района

Содержание задач	Ответственная служба	Привлекаемые должностные лица различных служб
Отключение силовых и осветительных сетей и электроустановок	Дежурный персонал объекта, служба электроснабжения	Дежурный электрик
Обеспечение подъема давления водопроводной сети	Оперативный персонал	Главный инженер
Организация охраны имущества и материальных ценностей. Перекрытие дороги. Организация оцепления места пожара с целью исключения нахождения в зоне пожара людей, не связанных с работой по его ликвидации	Служба 02 «Полиция»	Дежурный МО МВД РФ 02
Оказание первой медицинской помощи и доставка пострадавших в лечебные учреждения	Служба 03	03

План локализации и ликвидации последствий аварий для ООО «Катойл-Дриллинг» представлен в таблице 9.

Таблица 9 – План локализации и ликвидации последствий аварий для ООО «Катойл-Дриллинг»

Действие	Последовательность	Ответственный
Сообщение о ЧС	Сообщение по телефону соответствующим службам, оповещение персонала	Обнаруживший ЧС
Эвакуация персонала	Эвакуация согласно планам	Ответственные за ЧС и

Продолжение таблицы 9

Действие	Последовательность	Ответственный
		пожарную безопасность
Пункты размещение эвакуированных	Размещение эвакуированных в согласованных зданиях	Ответственные за ЧС и пожарную безопасность
Отключение эл.энергии	В случае тушения пожара водой и после эвакуации	Электрик, ответственные за ЧС и пожарную безопасность
Организация встречи спасательных подразделений	Информация спасательным подразделениям о ходе эвакуации	Ответственные за ЧС и пожарную безопасность

Перечень пунктов временного размещения отражен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень пунктов временного размещения

N п/п	Номер ПВР	Наименование организаций (учреждений), развертывающих пункты временного размещения	Адрес расположения, телефон	Количество предоставляемых мест	
				Посадочных мест	Койко-мест
1	1	ООО «Катойл-Дриллинг»	г. Самара, пр. Кирова, 314	150	145

Действия персонала ООО «Катойл-Дриллинг» при ЧС представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Действия персонала объекта при ЧС

Наименование подразделения объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
ООО «Катойл-Дриллинг»	Первый заметивший	Сообщить об этом в городскую пожарную охрану и диспетчерскую службу организации
ООО «Катойл-Дриллинг»	Ответственный за безопасность	Оповестить о пожаре или его признаках сотрудников. Принять необходимые меры для эвакуации всех сотрудников из здания
ООО «Катойл-Дриллинг»	Ответственный за безопасность	Используя первичные средства пожаротушения, приступить к тушению очага пожара

Продолжение таблицы 11

Наименование подразделения объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
ООО «Катойл-Дриллинг»	Руководитель и ответственный за безопасность	Организовать встречу спасательных формирований

Для обеспечения надежности и безаварийной работы технологического оборудования, следует планировать проведение превентивных мер, основным в них должно быть:

- «систематическое проведение работ по диагностике состояния паропроводов и технологического оборудования;
- постоянный контроль изоляционных и антикоррозионных покрытий;
- использование современных систем связи для оперативной передачи информации о состоянии наиболее опасных участков;
- совершенствование способов и служб контроля утечек и систематического надзора за техническим состоянием;
- дополнительная противоаварийная подготовка персонала на специальных тренингах по обработке действий в опасных условиях при конкретных сценариях развития аварий на всех технологических блоках;
- повышение уровня автоматизации и главное – применение надежных в эксплуатации датчиков, преобразователей, систем автоматики;
- учет информации об авариях, отказах, неполадках и осложнениях в ходе технологического процесса с использованием современных средств обработки, хранения и оперативной передачи данных» [13].

Выводы по шестому разделу

В шестом разделе охарактеризованы возможные аварии на ООО «Катойл-Дриллинг», проанализировано внедрение современных технологий и методов при проведении аварийно-спасательных работ. Проведено планирование проведения превентивных мер.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий по внедрению на предприятии систем видеоаналитики представлен в таблице 12.

Таблица 12 – План мероприятий по улучшению условий труда

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения
ООО «Катойл-Дриллинг»	Внедрение на предприятии систем видеоаналитики	Повышение эффективности контроля хода работ, повышение уровня охраны труда	15.01.2023-01.08.2023	Отдел главного инженера Отдел охраны труда

Внедрение системы видеоаналитики нарушений требований техники безопасности позволит повысить эффективность деятельности по обеспечению безопасности за счет снижения травматизма работников при производстве работ, а также за счет повышения трудовой дисциплины и культуры безопасности, что соответственно снизит травматизм в организации.

Исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Исходные данные для расчета

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
«Годовая среднесписочная численность работников» [8].	ССЧ	чел.	190	
«Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [8].	Ч _{нс}	чел.	1	0

Продолжение таблицы 13

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	1	2
«Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [8].	$D_{нс}$	дн	14	0
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [8].	$\Phi_{план}$	дни	247	247
«Время оперативное» [8].	t_o	мин	15	13
«Время обслуживания рабочего места» [8].	$t_{ом}$	мин	10	9
«Время на отдых» [8].	$t_{отл}$	мин	5	5
«Ставка рабочего» [8]	$T_{че}$	руб/час	75	
«Коэффициент доплат» [8].	$k_{допл.}$	%	10	
«Продолжительность рабочей смены» [8].	T	час	8	
«Количество рабочих смен» [8].	S	шт	1	
«Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем» [8].	μ		2	
Единовременные затраты	$Z_{ед}$	руб.	116000	

«Коэффициент частоты травматизма» [8]:

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

$$K_{ч_1} = \frac{9 \cdot 1000}{190} = 47,4$$

$$K_{ч_2} = \frac{0 \cdot 1000}{190} = 0$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [8]:

$$K_T = \frac{D_{нс}}{Ч_{нс}} \quad (2)$$

«где $Ч_{нс}$ – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [8].

$$K_{T_1} = \frac{46}{9} = 5,1$$

$$K_{T_2} = \frac{0}{0} = 0$$

«Изменение коэффициента частоты травматизма» [8] (ΔK_q):

$$\Delta K_q = 100 - \frac{K_{q_2}}{K_{q_1}}, \quad (3)$$

$$\Delta K_q = 100 - \frac{0}{47,4} = 100$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма» [8] (ΔK_T):

$$\Delta K_T = 100 - \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}}, \quad (4)$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{0}{5,1} = 100$$

«Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год» [8]:

$$BUT = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ}, \quad (5)$$

$$BUT_1 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 46}{190} = 24,2$$

$$BUT_2 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 0}{190} = 0$$

«Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего» [8]:

$$\Phi_{\text{ФАКТ}} = \Phi_{\text{ПЛАН}} - \text{ВУТ}, \quad (6)$$

$$\Phi_{\text{ФАКТ}_1} = 247 - 24,2 = 222,8$$

$$\Phi_{\text{ФАКТ}_2} = 247 - 0 = 247$$

«Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда» [8]:

$$\Delta\Phi_{\text{ФАКТ}} = \Phi_{\text{ФАКТ}_2} - \Phi_{\text{ФАКТ}_1}, \quad (7)$$

$$\Delta\Phi_{\text{ФАКТ}} = 247 - 222,8 = 24,2$$

«Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу» [8]:

$$\mathcal{E}_q = \frac{\text{ВУТ}_1 - \text{ВУТ}_2}{\Phi_{\text{ФАКТ}_1}} \cdot \mathcal{U}_1 = \frac{24,2 - 0}{222,8} \cdot 1 = 0,11 \quad (8)$$

« $\Phi_{\text{факт1}}$ – фактический фонд рабочего времени 1 рабочего до проведения мероприятия, дни» [8];

«Общий годовой экономический эффект ($\mathcal{E}_Г$) от мероприятий» [8]:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{\text{МЗ}} \quad (9)$$

«Среднедневная заработная плата» [8]:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{ДН}} = T_{\text{час}} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + k_{\text{донл}}), \quad (10)$$

$$ЗПЛ_{дн1} = 75 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100\% + 10\%) = 660 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{дн2} = 75 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100\% + 0\%) = 600 \text{ руб.}$$

«Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве» [8]:

$$P_{МЗ} = ВУТ \cdot ЗПЛ_{дн} \cdot \mu, \quad (11)$$

$$P_{МЗ1} = 7,37 \cdot 660 = 4864,2$$

$$P_{МЗ2} = 0 \cdot 600 \cdot 2 = 0$$

«Годовая экономия материальных затрат» [8]:

$$\mathcal{E}_{МЗ} = P_{МЗ1} - P_{МЗ2} \quad (12)$$

«где $P_{МЗ1}$, $P_{МЗ2}$ — материальные затраты в связи с несчастными случаями до и после проведения мероприятий, руб» [8].

« $T_{чс}$ — часовая тарифная ставка, руб/час» [8].

$$\mathcal{E}_{МЗ} = 4864,2 - 0 = 4864,2$$

«Среднегодовая заработная плата» [8]:

$$ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{дн} \cdot \Phi_{план} = 660 \cdot 122 = 80520 \quad (13)$$

$$ЗПЛ_{год} = ЗПЛ_{дн} \cdot \Phi_{план} = 600 \cdot 122 = 73200$$

$$\mathcal{E}_Г = 4864,2$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий» [8]:

$$T_{ед} = \frac{З_{ед}}{\mathcal{E}_2} = \frac{116000}{4864,2} = 23,8 \quad (16)$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [8]:

$$E_{ед} = \frac{1}{T_{ед}} = \frac{1}{23,8} = 0,04$$

«где $T_{ед}$ – срок окупаемости единовременных затрат, год» [8].

Итак, предлагаемое мероприятие, которое обеспечивает с большей эффективностью мониторинг состояний потенциально опасного технологического оборудования на производстве и повышение уровня оперативности, позволяет увеличить производительность на 10%, экономию по социальным отчислениям, а также общий годовой экономический эффект в размере 34144,2 тыс. руб. Срок окупаемости затрат равен 15,2 года.

Выводы по седьмому разделу

В седьмом разделе оценена эффективность мероприятий по внедрению систем видеоаналитики с целью повышения безопасности труда.

Заключение

В первом разделе исследования уточнено, что основной объем ответственности за безопасность при эксплуатации возлагается на собственника или эксплуатирующую компанию, которую он привлек для организации таких работ. Однако достижение нужного уровня безопасности – это общая задача, в решении которой обязаны участвовать и работодатели, и сотрудники предприятий. Работники опасного производственного объекта обязаны выполнять все требования безопасности, установленные законодательством и локальными нормативными актами компании, а также соблюдать правила выполнения работ и порядок действий в случае экстренной ситуации.

Во втором разделе сделан вывод о том, что научная организация системы промышленной безопасности обеспечивает на производственном или строительном объекте необходимый уровень безопасности и сводит до минимума риски возникновения аварий и травматизма. Руководству предприятий для организации контроля в целях обеспечения безопасности и охраны труда рекомендуется для установления систем видео наблюдения и проведения аналитической обработки видеоданных задействовать профессионалов этой области, т.к. от качества выполненной работы зависят жизнь и здоровье многих сотрудников и, конечно же, благосостояние самого предприятия.

В третьем разделе представлено, что внедрение системы видеоаналитики нарушений требований техники безопасности позволит повысить эффективность деятельности по обеспечению безопасности за счет снижения травматизма работников при производстве работ, а также за счет повышения трудовой дисциплины и культуры безопасности.

В четвертом разделе проведена идентификация опасностей работника в ООО «Катойл-Дриллинг» и составлена карту профессиональных рисков для сотрудника предприятия.

В пятом разделе выпускной квалификационной работы проведена оценка антропогенного воздействия ООО «Катойл-Дриллинг». Предложены профилактические мероприятия снижения отрицательного воздействия на окружающую среду для ООО «Катойл-Дриллинг»

В шестом разделе охарактеризованы возможные аварии на ООО «Катойл-Дриллинг», проанализировано внедрение современных технологий и методов при проведении аварийно-спасательных работ. Проведено планирование проведения превентивных мер.

В седьмом разделе оценена эффективность мероприятий по внедрению систем видеоаналитики с целью повышения безопасности труда.

Итак, в настоящем исследовании охарактеризованы требования промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта; проведен анализ системы видеоаналитики соблюдения требований ПБОТОС; предложены мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации опасного производственного объекта путем использования дополнительных систем видеоаналитики; рассмотрены способы охраны труда и окружающей среды; охарактеризованы методы защиты в аварийных ситуациях; оценена эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Список используемых источников

1. Забашта А. Ю., Скорикова С. А. Функции видеоаналитики, анализ архитектур систем видеоаналитики // Ростовский научный журнал. 2017. № 7. С. 194-200
2. Калачева О. А. Охрана труда: причины производственного травматизма // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России. 2019. №2. С. 57-62.
3. Калыгин В.Г. Промышленная экология. М. : Академия, 2017. 312 с.
4. Каримходжаев Н. В., Турахужаева Н. Н. Проблемы безопасности трудодейтельности работников в предприятиях и некоторые пути их решения // Universum: технические науки. 2020. №4. С. 9-14.
5. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 14.07.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 14.04.2023).
6. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. № 776н. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092790> (дата обращения: 12.04.2023).
7. Об утверждении Положения о системах оповещения населения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий от 31.07.2020 № 578. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565649076> (дата обращения: 05.04.2023).
8. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс] : Методические указания по выполнению раздела / Т.Ю. Фрезе. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.04.2023).
9. Сазонова Е. А., Белобрыкин Н. Д. Обзор перспективных

информационных технологий видеоаналитики // Символ науки. 2021. №3. С. 37-40.

10. Самарская Н. А., Ильин С. М. Формирование культуры охраны труда современных работников // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2019. №. 3. С. 187-190.

11. Сорокин Г. И. Защита объектов производственного назначения: Курс лекций, учебное пособие. Тольятти : ТГУ, 2017. 195 с.

12. Тимофеев С. С., Тимофеева С. С. Цифровое будущее охраны труда // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. № 1. С. 51-62.

13. Трушкова Е.А. Оценка промышленной безопасности и защиты технологического оборудования. Ростов н/Д : Изд-во ДГТУ, 2019. 83 с.

14. Царев В. А., Веснин Е. И. Видеоаналитика – мощное оружие в борьбе с производственным травматизмом // Control Engineering Россия. 2020. №2. С. 46-49.

15. Яковлева Е. В., Быков М. О. Обзор примеров искусственного интеллекта управления безопасностью труда в АПК // Вестник сельского развития и социальной политики. 2020. № 4. С. 26-28.

16. Caputo A. Digital Video Surveillance and Security. Security field. 2018. 215 p.

17. Cieszynski J. Closed Circuit Television. CCTV Surveillance, 2018. 180 p.

18. Clifton L. Video Analytics // Integrated Identification Technology. 2020. №1. P. 102-109.

19. Kruegle H. Video Practices and Technology. CCTV Surveillance. 2019. 133 p.

20. Thida M. A Literature Review on Video Analytics // Springer Berlin Heidelberg. 2018. №4. P. 16-22.

Приложение А

Результаты производственного контроля

Таблица А.1 – Результаты производственного контроля

Наименование загрязняющего вещества	Установленные выбросы (тонн)		Фактический выброс загрязняющего вещества, всего (тонн)	В том числе			Ставка платы (руб/тонна)	Коэффициент к ставке платы за выброс			Дополнительный коэффициент (Кот)	Сумма платы за (руб.)			Сумма платы, всего (руб.)
	ПДВ	ВСВ		ПДВ	в пределах ВСВ	сверх-лимит		в пределах ПДВ (Кнд)	в пределах ВСВ (Квр)	сверх-лимит (Ксп / Кпр)		ПДВ	в пределах ВСВ	сверх-лимит	
Стационарный источник № 1			ОКТМО стационарного источника												
Железа трихлорид (в пересчете на железо)	1,675409		0,4189	0,28458	-	0,35343	1369,7	1	5	25	1	389,79	0	12102,323	12492,113
Зола твердого топлива	0,740379	-	0,1851	0,1257	-	0,21699	15,1	1	5	25	1	1,8981	0	81,9137	83,8118
Зола ТЭС мазутная (в пересчете на ванадий)	0,389046	-	0,0973	0,0660	-	0,07668	2214	1	5	25	1	146,12	0	4244,238	4390,35