

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

(наименование кафедры)

20.04.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы управления производственной, промышленной и экологической  
безопасностью

(направленность (профиль))

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

на тему Разработка методики исследования и совершенствования системы  
промышленной безопасности на основе применения риск-ориентированного  
подхода на предприятиях нефтегазовой отрасли (на примере АО «ПМК-98»  
г. Новый Уренгой)

Студент	Д.А. Прохоров	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Научный руководитель	Н.П. Бахарев	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	А.Г. Егоров	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Руководитель программы д.п.н., профессор Л.Н. Горина

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Тольятти 2019

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Теоретические аспекты применения риск-ориентированного подхода на промышленных предприятиях.....	9
1.1 Анализ устоявшихся тенденций в сфере промышленной безопасности в России и за рубежом.....	9
1.2 Методология ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе.....	14
1.3 Проблемы внедрения риск-ориентированного подхода в практику обеспечения безопасности предприятий нефтегазового сектора.....	16
2 Разработка способа применения риск-ориентированного подхода для обеспечения промышленной безопасности предприятий нефтегазового сектора.....	34
2.1 Краткая характеристика АО «ПМК-98».....	34
2.2 Разработка методики оценки интенсивности теплового излучения от разлившихся горящих, наиболее распространенных в промышленности жидкостей, основанная на прямых экспериментальных замерах мощности теплового потока.....	42
3 Разработка актуального направления снижения техногенного риска в АО «ПМК-98».....	50
3.1 Патентно-информационный анализ мероприятий, снижающих риск техногенных аварий опасных производственных объектов.....	50
3.2 Разработка экспериментального метода определения параметров пожаров разлитий и устройство для его реализации в АО «ПМК-98».....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	68

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и проблема исследования: На сегодняшний день одним из ключевых вопросов в области безопасности производства являются вопросы, связанные с риск-ориентированным подходом в области охраны труда. Впервые в законодательстве в работе по охране труда акценты расставлены на приоритет профилактики. Превентивные меры в области безопасности производства –это передовой принцип во всем мире. В последнее время много говорят о том, что работодатель должен будет на регулярной основе системно реализовывать мероприятия по выявлению опасности для работника (так называемые профессиональные или производственные риски), а также проводить мероприятия по их устранению и снижению.

Формально слова «риск-ориентированный подход» означают подход к какому-то явлению с позиции теории риска, на основе использования ее концепций, приемов и методов. Внедрение риск-ориентированного подхода в области промышленной безопасности призвано снизить степень административного воздействия на бизнес и повысить эффективность мер по предотвращению аварийных ситуаций за счет концентрации внимания контрольно-надзорных органов на объектах с высоким уровнем риска.

Ключевым понятием риск-ориентированного регулирования в области промышленной безопасности является понятие риска аварии.

В условиях риск-ориентированного подхода конечной и постоянной целью всех мероприятий по обеспечению промышленной безопасности является достижение и поддержание показателя риска на приемлемом уровне. Методология оценки риска предоставляет потенциальную возможность управления процессом по результату (показателю риска) и эффективности, поскольку позволяет количественно отображать результаты деятельности в области промышленной безопасности.

По сравнению с традиционным (инспекционным) подходом риск-ориентированный подход к управлению ОПО дает значительно большую свободу действий по выбору альтернативных решений и оптимизации деятельности по обеспечению промышленной безопасности, а также снимает необходимость детального контроля эксплуатирующих организаций со стороны Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Однако, несмотря на безусловные преимущества риск-ориентированного подхода, на сегодняшний день существует ряд факторов, существенно снижающих эффективность его внедрения в области промышленной безопасности.

Цель исследования: снижение вероятности аварий при производственной деятельности за счет применения риск-ориентированного подхода в АО «ПМК-98».

Задачи, требуемые для достижения поставленной цели:

- провести анализ устоявшихся тенденций в сфере промышленной безопасности в России и зарубежом;
- определить методологию ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе;
- охарактеризовать проблемы внедрения риск-ориентированного подхода в практику обеспечения безопасности предприятий нефтегазового сектора
- дать характеристику системе обеспечения промышленной безопасности в АО «ПМК-98»;
- провести сравнительную оценку эффективности мероприятий, снижающих риск техногенных аварий опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе;
- предложить мероприятия, направленные на улучшение промышленной безопасности в АО «ПМК-98».

Объект исследования: процесс технологических действий в системе техносферной безопасности АО «ПМК-98», снижающих риски и обеспечивающих приемлемый уровень безопасности.

Предмет исследования: процесс применения риск-ориентированного подхода с целью совершенствования системы обеспечения промышленной безопасности в АО «ПМК-98».

Теоретическая и методологическая база исследования. Ряд федеральных законов, нормативно-правовых актов, сводов правил, ГОСТов, регулирующих состояние промышленной безопасности, публикации исследования промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

Научная новизна исследования. Методика исследования промышленной безопасности предприятий нефтегазового комплекса (на примере АО «ПМК-98»), спроектированная на основе риск-ориентированного подхода, позволяющая оценивать и предотвращать вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Методика ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе, построенная на анализе и оценке действующего законодательства в области категорирования ОПО нефтегазового комплекса объектов позволяет оценить, что при определении общей последовательности ранжирования и категорирования ОПО целесообразно руководствоваться методологией анализа техногенных опасностей и количественной оценки риска техногенных происшествий на них. Такой подход позволит разрабатывать меры безопасности, предупреждающие наиболее опасные проявления техногенных происшествий на ОПО.

2. Методика сравнительной оценки эффективности мероприятий, снижает риск техногенных аварий опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе. Поскольку содержание опасных и вредных производственных факторов достаточно разнообразно на опасном

производственном объекте, а также существует безграничное сочетание их друг с другом и с другими случайными обстоятельствами, то при определенных условиях эти сочетания приводят к различным «опасностям и рискам», что в свою очередь влечет за собой самые неблагоприятные последствия. Создать универсальную методику идентификации опасностей и рисков нет никакой принципиальной возможности, поэтому создаются отдельные подходы и принципы, которые содержат детальные указания, позволяющие руководству опасного производственного объекта применить их к своим конкретным особенностям производства, на практике применить риск-ориентированный подход.

3. Разработанное на основе патента №4322041 устройство, состоящее из нескольких секций, собираемых в линию, либо в дугу, позволяет минимизировать временные затраты и изменить размер очага пожара разлития

4. Экспериментальный метод, построенный на основе спроектированного в диссертации устройства для АО «ПМК-98», позволяет определить параметры пожаров «разлития горючей жидкости».

Методы исследования: основу методов исследований составляли анализ нормативных правовых актов и научной литературы по теме диссертации, обработка результатов анализа.

Практическая и теоретическая ценность работы: применение риск-ориентированного подхода в АО «ПМК-98» позволит снизить административную нагрузку на предприятие, при этом сохраняя приемлемый уровень безопасности персонала и населения.

Степень достоверности и апробация результатов. Перед началом эксперимента была составлена последовательность действий, по оценке последствий пожаров. Проводимый эксперимент в настоящем исследовании заключался в определении мощности теплового потока при горении ЛВЖ относительно элементов окружающей территории. После проведения расчета воздействия теплового излучения, а также для того, чтобы корректно

спрогнозировать последствия пожара при разлиии ЛВЖ, на производственной площадке АО «ПМК-98» было разработано специализированное устройство, которое позволяет моделировать форму очага пожара в контролируемых условиях на полигоне. Началом предварительной работы является патентный поиск существующих решений.

За основу было взято устройство согласно патенту №4322041 и согласно ему, было смоделировано устройство с улучшенными характеристиками, которые позволяют, минимизируя временные затраты, изменить размер очага пожара разлиия. В исследовании представлены на рисунках очаги различной формы, которые удалось смоделировать с помощью разработанного устройства. В качестве ЛВЖ были использованы бензин и метанол. На специализированном полигоне были осуществлены замеры геометрических размеров фронта пламени, с помощью фоторегистрации удалось установить угол наклона пламени. После этого осуществлены расчеты среднеповерхностной плотности теплового излучения пламени по вычисленным параметрам.

Проведенный эксперимент позволил оценить зоны зданий и сооружений производственной площадки АО «ПМК-98», которые с наибольшей вероятностью окажутся в зоне термического поражения. Полученные экспериментальные данные позволили более рационально определить размещение будущих трасс трубопроводов (новый проект АО «ПМК-98», намеченный на 2025 год), скорректировав их так, чтобы они не оказались в потенциально опасной зоне.

Также помимо проведенного эксперимента, направленного на снижение рисков в АО «ПМК-98» был предложен способ дистанционного обнаружения участка повреждения трубопровода, нарушения его целостности. Технология дистанционного обнаружения основывается на непрерывной диагностике методом прослушивания участков трубопровода в АО «ПМК-98». Особенно эффективен предлагаемый способ на участках где

есть технологические переходы, либо в местах, где возможна противозаконная врезка в трубопровод.

Данное мероприятие позволит не только обезопасить АО «ПМК-98» от несанкционированных «врезок», но и снизить возможный экологический урон, посредством быстрого реагирования на нарушение герметичности трубопровода.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации. По проблемам, рассматриваемым в диссертации, автором опубликована статья.

Прохоров, Д.А. Методология ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе // Научная перспектива, №3, 2019. С.12-15.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка используемых источников и приложения. Основная часть исследования изложена на 73 страницах, текст иллюстрирован 7 таблицами, 15 рисунками.



# **1 Теоретические аспекты применения риск-ориентированного подхода на промышленных предприятиях**

## **1.1 Анализ устоявшихся тенденций в сфере промышленной безопасности в России и за рубежом**

«Предприятия нефтегазового сектора - это сложнейшая сеть сооружений, в процессе деятельности которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются многочисленные опасные вещества. Большая часть предприятий относится к категории опасных производственных объектов, аварии на которых приводят не только к человеческим жертвам, но и к серьезному загрязнению окружающей среды» [15]. Обратимся к тенденциям в области промышленной безопасности зарубежных стран.

Рассматривая регулирование в области промышленной безопасности в Соединенных Штатах Америки можно отметить, что помимо федеральных органов управления в рассматриваемой сфере занимается Управление по профессиональной безопасности и здравоохранению (OSHA) [45].

Штрафы за несоблюдение правил производственной безопасности в США достаточно высоки, к примеру, руководитель организации может быть оштрафован на 55000\$. И это только в случае пренебрежения вопросами безопасности, сознательное же уклонение от норм безопасности наказывается штрафом до 250000\$, а также лишению свободы сроком в один год. Если не произведены зафиксированы случаи применения оборудования с отсутствием сертификации – то штраф вырастает до 2,5 млн.\$, а также пять лет лишения свободы. Инспектора, осуществляющие проверки предприятий также обременены ответственностью, к примеру, за предупреждение владельца организации о надвигающейся проверке предусмотрен штраф

1000\$ и лишение свободы на полгода. Фальсификация результатов проверки наказывается штрафом до 250000\$ и лишением свободы на пять лет [29].

«В Канаде осуществление надзорной деятельности в области промышленной безопасности в каждой из отраслей и в каждой из провинций имеет свои особенности» [29]. «Так, регулирование деятельности, имеющей общеканадское значение, а также деятельности, выполняемой с пересечением государственных границ и границ соседних провинций, осуществляется правительственными органами Канады. Регулирование деятельности внутри провинции осуществляется органами правительств провинций» [29].

Новые тенденции в сфере промышленной безопасности в России заложил Указ Президента РФ от 06.05.2018 № 198 [6], который утвердил Основы государственной политики в области промышленной безопасности (далее – Основы) на период до 2025 года и дальнейшую перспективу.

В Указе дано расширенное (по сравнению с ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» №116) определение термина промышленная безопасность – это определяемое комплексом технических и организационных мер состояние защищенности промышленного объекта, которое характеризуется:

- стабильностью параметров технологического процесса;
- исключением (сведением к минимуму) опасности возникновения аварии или инцидента;
- в случае возникновения аварийных ситуаций – отсутствием опасности воздействия на людей опасных и вредных факторов и угрозы причинения вреда имуществу юридических и физических лиц, государственному или муниципальному имуществу.

Под промышленным объектом понимают «предприятие, его цеха, участки, площадки, используемые для осуществления деятельности в сфере промышленности» [6].

Участниками обеспечения промышленной безопасности принято считать:

- федеральные органы государственной власти;
- органы государственной власти субъектов РФ;
- органы местного самоуправления;
- юридических лиц и ИП, деятельность которых направлена на обеспечение безопасной эксплуатации промышленных объектов, а также на предупреждение аварий на таких объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих организаций к локализации аварий и ликвидации их последствий.

Необходимо повысить уровень промышленной безопасности, так как:

1. Растет число промышленных объектов, на которых технические и технологические ресурсы близки к предельным или полностью исчерпаны.

2. Растут непроизводительные затраты, связанные:

- с причинением вреда в результате аварий;
- с существованием административных барьеров для предпринимателей из сферы промбезопасности.

3. Остается низким уровень профессиональной подготовки административно-управленческого, технического и обслуживающего персонала.

4. Не соблюдаются технические и технологические нормы при производстве оборудования и других технических устройств, а также требования и условия при проектировании, строительстве, эксплуатации, капитальном ремонте, реконструкции, консервации или ликвидации промышленных объектов.

В сложившейся ситуации нужно подготовить и реализовать эффективную государственную политику в области ПБ, которая направлена:

- на последовательное снижение аварийности промышленных объектов;

– на доработку методов госконтроля в данной области, включая снижение избыточной административной нагрузки для субъектов предпринимательской деятельности.

Необходимо внедрение новой модели гос. регулирования в области ПБ (риск-ориентированный подход), которая позволит:

- сократить количество мероприятий по контролю;
- заменить отдельные государственные механизмы регулирования на рыночные;
- устранить ряд избыточных административных барьеров при осуществлении инвестиционной и производственной деятельности.

Цели государственной политики в сфере ПБ:

- предупреждать аварии и инциденты на промышленных объектах;
- решать правовые, экономические и социальные задачи, чтобы обеспечить рост промышленного производства;
- реализовать конституционные права граждан на труд в безопасных условиях, на благоприятную окружающую среду;
- укрепить правопорядок в области промышленной безопасности.

Приоритетные направления государственной политики в области ПБ:

1. Положительно обновить нормативно-правовое регулирование и гос. управления в сфере ПБ.
2. Разработать и внедрить единые критерии:
  - оценки рисков аварий на промышленных объектах;
  - категорирования промышленных объектов.
3. Усилить защиту промышленных объектов от угроз техногенного и природного характера, а также от терактов.
4. Обеспечить комплексную защиту и противоаварийную устойчивость промышленных объектов и их инфраструктуры.
5. Повысить эффективность федерального госнадзора в области ПБ.
6. Сократить количество бесхозных промышленных объектов.

7. Обеспечить деятельность в сфере ПБ эффективными кадрами.

8. Развить культуру промышленной безопасности, осознание личной ответственности за состояние ПБ и сформировать нетерпимое отношение к нарушениям в этой сфере.

9. Решить вопросы в области ПБ на территориях (объектах), над которыми юрисдикция Российской Федерации в этой сфере не осуществляется.

10. Развить международное сотрудничество по промышленной безопасности.

Ожидаемые результаты государственной политики в сфере ПБ:

- обеспечение промышленной безопасности;
- предупреждение аварий и инцидентов на промышленных объектах;
- укрепление правопорядка в области ПБ.

Для этого предлагается использовать следующие инструменты:

- мониторинг состояния промышленной безопасности;
- нормативно-правовое регулирование;
- реализация федеральных, региональных и муниципальных программ, направленных на решение задач ПБ;
- участие федеральных органов, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и эксплуатирующих организаций в мероприятиях по укреплению промышленной безопасности;
- стимулирование деятельности в области промышленной безопасности;
- выполнение плана мероприятий по реализации настоящих Основ, утверждаемого Правительством РФ;
- федеральный госнадзор в области ПБ.

Оперативно реагировать на угрозы и кризисные ситуации в области ПБ поможет:

- выполнение требований ПМЛА на ОПО;

- расследование несчастных случаев;
- техническое расследование причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения.

Эффективность госполитики стоит оценивать по следующим показателям:

- снижение количества аварий на промышленных объектах;
- снижение количества смертельных случаев при авариях;
- снижение количества травмированных в результате аварий;
- снижение административной нагрузки на организации из сферы ПБ.

## **1.2 Методология ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе**

Обращаясь к генезису всех существующих опасностей можно выделить следующие классы, которому может быть подвержен опасный производственный объект (рисунок 1.1).

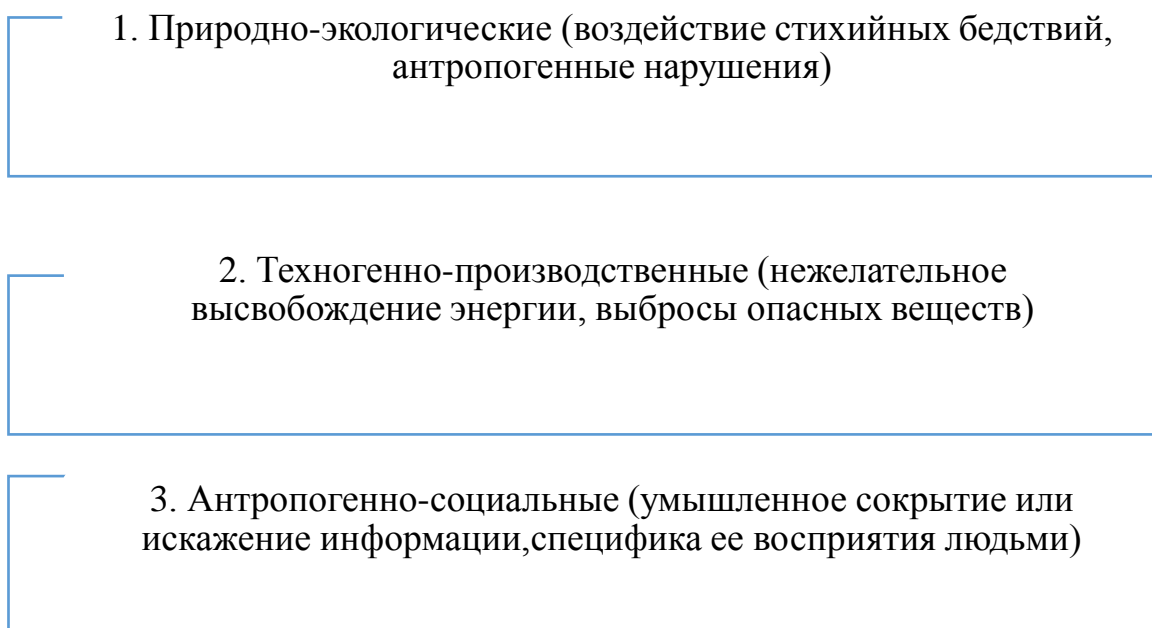


Рисунок 1.1 – Классификация видов опасностей, которым подвержен опасный производственный объект [13]

Итак, производственный объект имеет широкую классификацию возможных угроз и опасностей, имеющих возможное негативное влияние на него. Но, вместе с тем, само ОПО также несет в себе техногенную угрозу для человечества, окружающей среды, материальных ценностей.

Наиболее значимая из таких опасностей - это опасность аварии, реализация которой на ОПО может приводить как к превышению воздействия потоков вещества-энергии для человека и окружающей среды (непосредственное возникновение поражающих факторов), так и к их недостатку для человека (остановка систем жизнеобеспечения селитебных зон).

Таким образом, основным методом оценки степени опасности ОПО выступает процедура анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО, которая наиболее широкое применение получила в рамках процедуры декларирования промышленной безопасности, предусмотренной ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1].

Действующее российское законодательство, которое категоризирует ОПО нефтегазового сектора выделяет применение методики анализа техногенных опасностей и количественной оценки риска техногенных аварий для того, чтобы все объекты были ранжированы соответствующим образом. Такой подход позволит разрабатывать меры безопасности, предупреждающие наиболее опасные проявления техногенных происшествий на ОПО.

Под существенным ухудшением условий жизнедеятельности понимается необеспечение при возникновении аварии на ОПО, прямо или косвенно, жизненно важных материальных потребностей третьих лиц (в энергии, в воде, в воздухе, в благоприятной среде обитания), создающее непосредственную угрозу их жизни и (или) приводящее к их гибели.

Предлагаемый порядок категорирования ОПО по уровню риска аварии и масштабу возможных аварийных последствий, определенный

последовательным выполнением следующего четырехшагового алгоритма (рисунок 1.2).

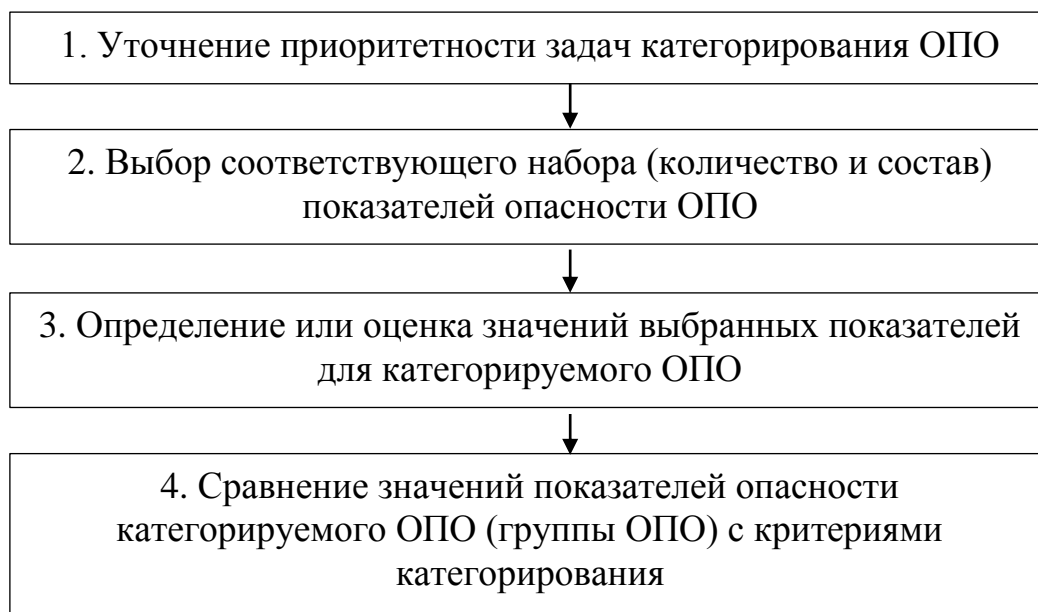


Рисунок 1.2 – Алгоритм порядка категорирования ОПО по уровню риска аварии и масштабу возможных аварийных последствий

Анализ и оценка действующего законодательства в области категорирования ОПО нефтегазового комплекса объектов показали, что при определении общей последовательности ранжирования и категорирования ОПО целесообразно руководствоваться методологией анализа техногенных опасностей и количественной оценки риска техногенных происшествий на них. Такой подход позволит разрабатывать меры безопасности, предупреждающие наиболее опасные проявления техногенных происшествий на ОПО.

### **1.3 Проблемы внедрения риск-ориентированного подхода в практику обеспечения безопасности предприятий нефтегазового сектора**

Деятельность предприятия осуществляется на основе заранее запланированных замыслов. Но реализация такой деятельности подвержена



неустрашимой и нерегулируемой неопределенностью в виде высокой динамичности процессов, отсутствия полной информации и т.п. Проявление какой-либо неопределенности может привести к неосуществлению запланированной деятельности, либо к его задержке, либо вовсе к изменению всех планов. В результате намеченные результаты не будут достигнуты. Возможность отклонения от запланированной цели определяет воздействие риска.

Понятие «риск» используется в целом ряде наук и может применяться для описания стихийных бедствий и катастрофических аварий. Так же риск присущ любой экономической системе, где его рассматривают как «возможную вероятность потерь». Потери от риска разделяют на материальные, нематериальные, трудовые, финансовые, потери времени и специальные (связанные с нанесением ущерба окружающей среде, жизни людей, здоровью). Но категория риска подразумевает не только негативный характер воздействия. Риск – более сложное и емкое понятие. Согласно неоклассической теории риск определяется как «ситуация, когда, зная вероятность каждого возможного исхода, все же нельзя точно предсказать конечный результат» [19].

Промышленные риски – опасность нанесения ущерба предприятию или третьим лицам в ходе производственного процесса. Это может случиться вследствие поломки оборудования или возникновения аварийной ситуации, которые так же могут привести к гибели людей, загрязнению окружающей среды, неспособность продолжать производство и его остановка.

Экологические – возможность наступления гражданской ответственности за нарушение установленных норм по охране окружающей среды и безопасности жизнедеятельности. Такой риск является частью промышленного риска. Ущерб проявляется в загрязнении природных ресурсов, биосферы, в нанесении вреда здоровью людей. Чтобы регламентировать порядок опасных производств существует закон РФ «О

промышленной безопасности опасных производственных объектов», который вводит обязательное экологическое страхование.

«Технические – при строительстве и эксплуатации новых объектов могут возникнуть риски утери и повреждения материалов или оборудования, нарушение функционирования объекта из-за ошибок при монтаже и нанесение физической целостности рабочих на стройке объекта» [24].

В промышленной безопасности, имеющей дело со сложными техническими объектами, надежность функционирования этих опасных производственных объектов становится главной. А надежность связана с вероятностью. Так априорная вероятность, полученная на основе апостериорной частоты событий, становится индикатором надежности системы.

В охране труда, имеющей дело с непредсказуемым «человеческим фактором» мерой риска становится не вероятность, не частота событий, в пределе бесконечных «испытаний» переходящая в вероятность, а, во-первых, «уровень (level)» – понятие, вызывающее ассоциацию с «количественными» моментами, но одновременно дающее понять, что это только образ, только аналогия, в чем-то ранжированная (выше – ниже, больше – меньше, тише – громче), но точно (до числа) количественно не определяемая, а, во-вторых, «степень (degree)» – термин, который широко используется для наименования качественных различий (например, ученая степень).

В безопасности труда высшей опасностью является смерть пострадавшего в процессе труда. Другой опасностью является получение тяжелого повреждения здоровья, стойко не позволяющего полноценно трудиться. Третьей опасностью является относительно легкое повреждение здоровья, которое не скажется на дальнейшей жизни, а потому, как правило, носящее временный (или кратковременный) характер.

В безопасности производства высшей опасностью является остановка производственного процесса, своеобразная «гибель» производства.

Управление рисками стоит начинать с «идентификации опасностей и рисков». Для идентификации опасности существует следующее определение опасностей: опасности – объекты, вещества или процессы, обладающие неблагоприятными свойствами, которые в условиях потери контроля (управляемости) над опасностями, в частности нарушения их пространственной и временной локализации, представляют угрозу для организма человека и могут воздействовать на него при их соприкосновении.

«А риски – случайные условия формирования ситуаций, когда опасности выходят из-под контроля работающих, в частности из пространств своей локализации, и получают возможность воздействия на организм работающего при их соприкосновении» [22].

Приведем, например, определение вредного фактора, чтобы показать всю сложность описания, понимания, а, значит, и идентификации реальных ситуаций.

«Вредный производственный фактор - фактор производственной среды и трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может сразу или впоследствии привести к заболеванию, в том числе смертельному, или отразиться на здоровье потомства пострадавшего, или в отдельных специфичных случаях перехода в опасный производственный фактор – вызвать иное острое повреждение здоровья, в том числе травму, острое ингаляционное отравление, острое радиационное поражение, острое профессиональное заболевание» [41].

Сущностная основа разделения опасных и вредных факторов достаточно сложна и неоднозначна, что затрудняет практику выявления (идентификации) таких факторов и организацию защиты от них. Граница различий между опасными и вредными факторами достаточно условна и на практике существует множество случаев, когда вредные факторы переходят в опасные. Это затрудняет их идентификацию.

«Анализ этих переходов вредного в основном фактора в опасный фактор показывает, что истинным различием «опасных» и «вредных»

факторов является не различие результатов их действия – травмирования и заболевания, а характер их воздействия – быстрота, неотвратимость и скорость достижения результирующей тяжести последствий действия опасных факторов в отличие от относительной медленности и даже латентности действия «вредных» факторов» [21].

Вот почему в практике выявления (идентификации) опасных и вредных производственных факторов и условий их потенциального воздействия на организм человека более целесообразно перейти к иному их названию и иному представлению (вербальному описанию), а именно к представлению в виде «опасностей и рисков», где под «опасностями» понимается наличие опасных и вредных производственных факторов, способных (потенциально способных) причинить вред организму человека вплоть до утраты трудоспособности и/или гибели, а под «рисками» – случайные обстоятельства, приводящие к потенциально опасной возможности воздействия данных опасностей на организм работающего.

В таком представлении стираются затрудняющие идентификацию границы между вредными и опасными производственными факторами, и все они выступают как потенциальные опасности (угрозы), которые в тех или иных случайных обстоятельствах превращаются в случайное опасное воздействие, приводящее к повреждению здоровья (насколько серьезное предсказать априорно практически невозможно). При этом полная совокупность определенных априорными свойствами (природой) опасностей и случайных возможностей (рисков) угроз воздействия всей совокупности тех или иных факторов на организм работающего человека может быть описана вербально только как, «опасности и риски».

Разнообразие опасных и вредных производственных факторов, безграничное сочетание их друг с другом и с иными сопутствующими случайными обстоятельствами в различных условиях приводят к различным «опасностям и рискам» различных ситуаций и влекут за собой самые разнообразные неблагоприятные последствия. В силу принципиальной

невозможности создать одну единственную универсальную методику идентификации опасностей и рисков, пригодную на все случаи жизни, необходимы лишь общие подходы и универсальные принципы, отдельные детальные указания, приемы и методы, алгоритмы их сочетанного и последовательно-параллельного применения, позволяющие любому организатору производства создавать применительно к конкретным особенностям своего производства действенные практико-ориентированные методики и алгоритмы их применения.

Идентификация опасностей и рисков проводится организатором производства по мере необходимости, по возможности, периодически и при всех «изменениях». «Исходный анализ» первого и каждого последующего цикла совершенствования системы управления охраной труда неизбежно включает в себя идентификацию опасностей и рисков, как основу последующих оценок риска воздействия и выработки мероприятий управления рисками. Поскольку, как правило, длительность цикла совершенствования системы управления охраной труда соизмерима с длительностью цикла производственной деятельности (один календарный год), то периодичность проведения идентификации опасностей и рисков раз в год (не реже) является рациональной и обоснованной. При этом идентификация опасностей и рисков может проводиться не тотально, а лишь фрагментарно, выборочно для наиболее проблемных участков производства. Тем не менее, такая практика оправдана только при наличии хотя бы однажды проведенной тотально по всему производству идентификации опасностей и рисков.

Порядок проведения идентификации опасностей и рисков устанавливается локальными актами организатора производства в рамках действующей у него системы управления охраной труда в соответствии с нормативно-правовыми требованиями национального законодательства.

«Наиболее целесообразно проводить идентификацию опасностей и рисков силами специальной комиссии, включающей в себя специалиста по

оборудованию (механика), специалиста по производственным процессам (технолога), специалиста по энергетике (электрика), специалиста по трудовым процессам и специалиста по охране труда. Возглавлять комиссию целесообразно одному из членов высшего руководства организацией, например, главному инженеру. На малых предприятиях, где физически невозможно организовать такую комиссию, работу по идентификации опасностей и рисков может возглавлять специалист по охране труда или работник, выполняющий по внутреннему совместительству его функции» [23].

Комиссия или отдельный специалист могут и должны привлекать к идентификации опасностей и рисков линейный менеджмент, уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда, любых иных лиц, привлечение которых необходимо, рационально и целесообразно. В организациях, где имеется профсоюзная организация, следует привлекать ее членов к идентификации опасностей и рисков, ибо это рационально и целесообразно. При необходимости организатором производства могут быть привлечены сторонние специалисты и/или организации для выполнения, консультаций и/или независимой экспертизы всей работы или ее отдельных элементов.

Организатор производства должен помнить, что от уровня квалификации лиц, проводящих идентификацию, зависит ее качество и качество всех вытекающих из нее последующих мероприятий по оценке риска воздействия и выработке мер управления рисками.

Для идентификации опасностей и рисков используется:

- «априорная общедоступная информация;
- опубликованная литература и иные материалы об опасностях и рисках;
- техническая документация на устройство и эксплуатацию оборудования;

- техническая документация (технологические регламенты) на производственные процессы;
- техническая документация и инструкции по безопасным приемам работы и применению того или иного инструмента и приспособлений;
- материалы оценки условий труда, провидимых в соответствии с национальным законодательством и/или на основе иных методических подходов;
- иные материалы, необходимые по мнению проводящих идентификацию лиц;
- прямое визуальное (включая измерительные приборы) наблюдения за условиями труда в местах идентификации;
- создание и анализ возможных сценариев развития ситуации на местах идентификации, в том числе на различных этапах выполнения работ;
- иные методы и методики, необходимые, по мнению проводящих идентификацию лиц» [18].

Идентификация наличия опасностей и рисков проводится:

- «на отдельных рабочих местах, рассматриваемых как рабочая зона (место) нахождения работающего на территории и на производственных объектах, контролируемых организатором производства, производящим идентификацию;
- на путях передвижения по рабочей зоне, по территории и на производственных объектах, контролируемых организатором производства, производящим идентификацию;
- на отдельных рабочих местах, рассматриваемых как юридическое понятие, контролируемых организатором производства, производящим идентификацию, но физически находящихся вне его территории и производственных объектах, например, при движении на объекты (с объектов), в командировках» [18].

Идентификация наличия опасностей и рисков последовательно проводится для:

- «зоны дыхания работающего, 50 см сферы вокруг его рта и носа;
- зоны местонахождения, 100 см сферы вокруг тела человека;
- зоны выполнения рабочих операций, включая перемещение зоны местонахождения по рабочей зоне или в ином контролируемом технически или чисто юридически организатором производства физическом пространстве среды обитания» [18].

Идентификация наличия опасностей и рисков последовательно проводится для следующих «этапов» выполнения работ:

- «штатного режима выполнения работ, когда все идет «нормально»;
- нештатного режима выполнения работ, когда по той или иной технической, организационной или личностной причине появляются отклонения от штатного режима, которые возможно влекут за собой новые опасности риски, отсутствующие при штатном режиме;
- аварийного режима выполнения (прекращения) работ в условиях развивающейся аварии (аварийную ситуацию), в которую переходит нештатный режим;
- штатного изменения штатного режима выполнения новых работ» [18].

При идентификации опасностей и рисков все опасности и риски разделяют на следующие основные (принципиально разные по своему характеру) группы:

- «опасности и риски производственной среды;
- опасности и риски производственного процесса;
- опасности и риски трудового процесса» [18].

Сначала осуществляют идентификацию опасностей и рисков каждой группы отдельно, а затем, в заключение, просматривают возможные их пересечения.

Конечным документом, обобщающим результаты проведения идентификации опасностей и рисков, является Реестр опасностей и рисков. Реестр опасностей и рисков должен охватывать всю их совокупность применительно ко всему работающему у организатора производства



персоналу, включая возможности использования персонала подрядчиков и субподрядчиков, на всех рабочих местах, в физическом и юридическом смыслах, на всех этапах выполнения работ, включая все возможные нештатные и аварийные ситуации.

Конкретную структуру и порядок ведения реестра определяет организатор производства в своих локальных нормативных актах, исходя из специфики (особенностей) своего производства и требований национального законодательства.

Преимущественно целесообразной структурой реестра является классическая традиционная структура, увязанная с системой организации производства: рабочие места, подразделения, структурные подразделения, организация в целом.

Все идентифицированные опасности и риски описывают в данной структуре. Реестр должен строиться по принципу «открытой системы», когда включение тех или иных «модулей» (параметров, процедур и т.п.) практически не требует изменения уже имеющегося и действующего реестра.

Для удобства восприятия и использования все результаты идентификации опасностей и рисков относят к трем уровням опасности условий труда по критериям допуска работников к самостоятельной работе в этих условиях, обозначаемых тремя цветовыми зонами: зеленой, желтой, оранжевой.

К зеленой зоне относят «безопасные (и безвредные) условия труда», т.е. такие практически безопасные условия труда, при которых опасные и вредные производственные факторы существуют, но риски их воздействия (при возникновении неблагоприятных событий) на организм работающего человека являются пренебрежимо малыми (ничтожными), наличием которых мы можем пренебречь и, и тем самым, работать в рамках общих традиционных и обыденных мер элементарного безопасного поведения и безопасных приемов труда, практически без использования специально предусмотренных мер и средств обеспечения безопасности.

К желтой зоне относят «допустимые условия труда», т.е. такие допустимо опасные условия труда, при которых опасные и вредные производственные факторы существуют, значимы, и риски их воздействия (при возникновении неблагоприятных событий) на организм работающего человека являются значимыми, и не пренебрежимыми, но допустимыми на данном этапе развития науки, техники и технологий, что означает возможность допуска работающих к работе в этих условиях, но обязательно при строгом соблюдении установленных регламентов выполнения работ и использования регламентированных мер и средств безопасности. Решение о допуске работающих и порядок такого доступа, а также порядок выполнения работ в этих условиях определяет организатор производства на основе идентификации опасностей и рисков, оценки рисков с учетом выработанных мер безопасности в соответствии с мировым опытом и требованиями национального законодательства.

Граница между зеленой и желтой зонами называется в соответствии с международной практикой «De minimis» и определяется, фактически, нормативными требованиями национального законодательства. Конкретные значения De minimis в разных странах могут не совпадать.

К оранжевой зоне относят «недопустимые условия труда», т.е. такие недопустимо опасные условия труда, при которых опасные и вредные производственные факторы существуют, очень значимы, а риски их воздействия (при возникновении неблагоприятных событий) на организм работающего человека являются настолько значимыми (недопустимо высокими), что организатор производства не должен, в принципе, допускать персонал к выполнению этих работ.

Граница между желтой и оранжевой зонами называется в соответствии с международной практикой «De manifestis» и определяется, фактически, нормативными требованиями национального законодательства. Конкретные значения De manifestis в разных странах могут не совпадать.

При формировании зон сначала формируют явно и несложно различимые зеленую и оранжевую зоны. В зеленой зоне опасности риски пренебрежимо малы, а в оранжевом – недопустимо велики, и это легко определяется всеми работающими, тем более специалистами, проводящими идентификацию опасностей и рисков. В желтую зону относят (по остаточному принципу) все условия труда, не попавшие ни в зеленую, ни в оранжевые зоны. Такая методика – от крайних границ к континууму промежуточных состояний является единственно верной и дает надежные результаты.

Каждая зона при необходимости и при наличии технической возможности их различения может быть разбита на подзоны по степени опасности. Общих универсальных рекомендаций на этот счет не существует, поскольку отсутствуют ясные универсальные критерии такого разбиения. Однако в частных конкретных случаях такое разбиение на подзоны становится возможным и практически удобным.

Например, оранжевую зону на современном уровне развития науки и техники можно (по решению организатора производства) разбивать на две подзоны: оранжево-красную и красно-оранжевую.

К оранжево-красной зоне относят такие «недопустимые условия труда», которые можно перевести (превратить) в «допустимые условия труда» путем разработки и/или применения новых регламентов работы, изменения производственного процесса и порядка трудовых операций, применения более совершенных средств индивидуальной защиты и т.п. Такое превращение соответствует целям охраны труда как вида деятельности и является истинным совершенствованием всей системы обеспечения охраны труда. Такое совершенствование является одной из обязанностей организатора производства и должно стимулироваться (поощряться) национальным законодательством.

К красно-оранжевой зоне относят такие «недопустимые условия труда», к работе, в которых организатор производства может допускать

персонал, но только в случаях крайней необходимости и безвыходности, например, при аварийно-спасательных работах, когда общественно значимые последствия невыполнения этих работ превышают риски работы в них. Организатор производства должен разрабатывать для этого дополнительные меры безопасности и проводить дополнительное страхование персонала от любых неблагоприятных последствий выполнения работ в этих условиях.

Организатор производства должен стремиться полностью автоматизировать ведение реестра, поскольку необходимые учитываемые данные чрезвычайно разнообразны и многофакторны, что приносит огромные сложности при использовании человеческой памяти и классических методов хранения информации типа «таблица на бумаге».

Использование автоматизированных систем ведения реестра опасностей и рисков позволяет сделать интеллектуально сложный процесс идентификации относительно простым, «прозрачным» и понятным для персонала, даже средней квалификации, что существенно повышает качество идентификации, а, следовательно, и качество последующих процедур оценки риска и управления риском.

Первичным документом идентификации опасностей и рисков является создаваемый организатором производства применительно к специфике и особенностям своего производства корпоративный Классификатор опасностей и рисков. Корпоративный Классификатор опасностей и рисков создается на основе всей имеющейся априорно информации об опасностях и рисках данного производства и служит исходным документом для проводящего идентификацию персонала. Корпоративный Классификатор опасностей и рисков требует для своего качественного создания значительное время и значительных трудозатрат готовящего его персонала, лучше в коллективной форме многократных консультаций, в том числе с независимыми сторонними специалистами. Корпоративный Классификатор опасностей и рисков должен быть утвержден локальным нормативным актом организатора производства.

Другим важнейшим первичным документом идентификации опасностей и рисков является создаваемый организатором производства применительно к специфике и особенностям своего производства корпоративный Идентификатор опасностей и рисков: критерии идентификации и включения в реестр.

Корпоративный «Идентификатор опасностей и рисков: критерии идентификации и включения в реестр» создается на основе всей имеющейся априорно информации об опасностях и рисках данного производства и содержит критерии выявления и фиксации (в целом идентификации) опасностей и рисков, что упрощает работу персонала, проводящего идентификацию, и делает ее практически безошибочной.

Проведение идентификации опасностей и рисков проводится, как правило, в три этапа.

Первый этап – пофакторный, предварительно-подготавливающий, состоит в выявлении и фиксации всех параметров, действующих на производстве опасных и вредных производственных факторов. Практический опыт выполнения этого этапа может потребовать внесения корректирующих изменений в реестр, классификатор и идентификатор. Произведенные одномоментно и по результатам общего подхода эти изменения будут однообразны и не вызовут противоречий в реестре.

Второй этап – поместный, основной, состоит в выявлении всех опасностей и рисков применительно к конкретному местонахождению работающего человека. Второй этап является основным этапом идентификации опасностей и рисков, определения фактических условий труда с позиции организации безопасного выполнения работ на том или ином рабочем месте или при перемещении между ними.

Третий этап – аналитический, сравнительный, результирующий, заключительный, состоит в сравнительном анализе полученных результатов и устранении, быть может, существующих недостатков выполненных работ по идентификации опасностей и рисков.

В результате проведения всех трех этапов (при необходимости можно повторять те или иные этапы в целом или для отдельных подразделений) создает всеобъемлющий Реестр идентифицированных опасностей и рисков (опасных и вредных производственных факторов).

Результаты идентификации опасностей и рисков в виде их реестра служат исходным пунктом «оценки риска воздействия» и выработки мероприятий по управлению рисками, по профилактике производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, по улучшению условий труда и совершенствованию системы управления охраной труда у организатора производства.

После выявления (идентификации) опасностей и рисков (случайных опасностей) стоит необходимо выявить (идентифицировать) риски воздействия (безусловных и случайно возникших опасностей).

«Риск воздействия», относительно новое и очень широкое понятие, и его смысл преимущественно связан с возможностью осуществления самого события.

Если это событие известно, то степень риска может охарактеризовать степень возможности его осуществления. Расширением (уточнением этой оценки) становится «трехстепенная» оценка.

Ее можно строить самым разным образом, но с одним условием: это должна быть шкала порядка. Наиболее четко такой «порядок» может быть описан словами: «невозможно», «скорее возможно, чем невозможно», «возможно». Но на практике такую шкалу почти не используют.

Итак, можно построить пирамиду рисков – в ее основании лежат опасные и вредные производственные факторы – «опасности и риски».

С установления этих факторов – идентификации (выявления) опасностей и рисков – и начинается любая работа по охране труда, работа по защите организма и личности работающего от травмирования или заболевания, вызванного условиями труда.

Затем идут риски воздействия, ибо они действуют не всегда и не везде.

Затем – риски повреждения здоровья, они связаны только с частью рисков воздействия.

Затем – профессиональные риски, т.е. риски утраты жизни или трудоспособности из-за повреждения здоровья, причиненного воздействием «опасностей и рисков». Их еще меньше, ибо не всякое повреждение здоровья приводит к смерти или утрате трудоспособности.

Очень важным является то, что профессиональные риски можно предотвращать за счет предотвращения рисков воздействия, а затем и рисков повреждения здоровья. Профессиональными рисками можно «управлять», но не непосредственно, а лишь косвенно. Непосредственно управлять можно только наличием опасностей и рисками воздействия.

Межгосударственный ГОСТ 12.0.002–2014 «ССБТ. Термины определения», опираясь на мировую практику и международно признанную лексику, так определяет общепринятые названия терминов, описывающих разные по степени риски.

1. Ничтожный (пренебрежимо малый) риск (insignificant (negligible) risk): теоретически существующий, но практически несущественный риск, которым пренебрегают из-за его ничтожности для деятельности, в том числе производственной и трудовой деятельности. На практике можно считать, что риска нет и никаких специальных мероприятий можно не проводить.

2. Приемлемый риск (tolerable risk): Риск, с которым в данной ситуации и на данном этапе своего развития общество считает возможным мириться в процессе своей деятельности при существующих общественных ценностях. Приемлемость определяется сочетанием технических, экономических, социальных и политических аспектов и представляет собой некоторый компромисс между степенью безопасности и возможностями ее достижения. Это случай, когда риск есть, с ним приходится мириться, но желательно при этом выполнять ряд специальных мероприятий, которые снизят и этот риск, но не потребуют огромных затрат. Идеалом снижения приемлемого риска будет пренебрежимо малый риск.

3. Неприемлемый риск (intolerable risk): «Риск, с которым в данной ситуации и на данном этапе своего развития общество не считает возможным мириться в процессе своей деятельности при существующих общественных ценностях. Поэтому нужно стремиться его избегать, а там, где он обнаружен – снижать степень риска до степени приемлемого риска» [5].

Таким образом, необходимо переходить к риск-ориентированному подходу, но на строго научной основе и на базе широкого обсуждения общественностью всей совокупности всех предлагаемых изменений. Только тогда, возможно, управление рисками станет реальностью, полезной обществу, работодателям, работникам. Вот почему, повышение ответственности и расширение прав работодателя, компетентности работников, создание научно обоснованных и практико-ориентированных методик оценки и управления рисками должны стать одним из основных направлений всего государственного регулирования деятельности субъектов права в сфере охраны труда.

В этом видится один из важнейших моментов реального и успешного совершенствования механизмов реального управления охраной труда и промышленной безопасностью в целях сохранения трудового потенциала России.

Итак, делая выводы по первой главе исследования можно сделать вывод о том, что требования технических регламентов, которые направлены на обеспечение промышленной безопасности, направлены на замену требований, которые установлены технологическим процессам опасного производственного объекта, ее продукции. Поэтому после того, как вступил в силу «Закон о техническом регулировании», исполнительная власть больше не обладает правом издавать акты в сфере технического регулирования, которые носят обязательный характер. Свое обязательное назначение сохраняют лишь те нормативные документы, в которых установлены требования обеспечения промышленной безопасности к юридическим или



физическим лицам, а также к процессам опасных производственных объектов, которые не связаны продукцией, а лишь с самим объектом в целом.

Также, анализируя методологию ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе в первой главе был разработан порядок категорирования ОПО по уровню риска аварии, а также масштабу возможных аварийных последствий. Данный порядок осуществляется посредством последовательного выполнения, определенного четырехшагового алгоритма.

Проведя анализ проблемы внедрения риск-ориентированного подхода в практику обеспечения безопасности предприятий нефтегазового сектора, было дано понятие риска, определена его классификация. Поскольку содержание опасных и вредных производственных факторов достаточно разнообразно на опасном производственном объекте, а также существует безграничное сочетание их друг с другом и с другими случайными обстоятельствами, то при определенных условиях эти сочетания приводят к различным «опасностям и рискам», что в свою очередь влечет за собой самые неблагоприятные последствия. Создать универсальную методику идентификации опасностей и рисков нет никакой принципиальной возможности, поэтому создаются отдельные подходы и принципы, которые содержат детальные указания, позволяющие руководству опасного производственного объекта применить их к своим конкретным особенностям производства, на практике применить риск-ориентированный подход.

## **2 Разработка способа применения риск-ориентированного подхода для обеспечения промышленной безопасности предприятий нефтегазового сектора на примере АО «ПМК-98»**

### **2.1 Краткая характеристика АО «ПМК-98»**

АО «ПМК-98» относится к ОПО I класса опасности - ОПО чрезвычайной опасности (в соответствии с критериями, указанными в приложении 2 к Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 №116-ФЗ).

В административном отношении производственная площадка АО «ПМК-98» находится в Новом Уренгое. Производственная площадка АО «ПМК-98» является промежуточной перекачивающей станцией и представляет собой комплекс сооружений и устройств, предназначенных для повышения давления.

К основным технологическим процессам, осуществляемым на ОПО, относятся:

- прием нефтепродуктов, повышение давления и возврат нефтепродуктов для дальнейшей транспортировки;
- перекачка нефтепродуктов;
- прием/пуск СОД.

Технологические трубопроводы предназначены для обвязки технологических сооружений АО «ПМК-98», связанных с приемом и перекачкой дизельного топлива. Уклоны трубопроводов выполнены к местам опорожнения. Технологические трубопроводы на территории АО «ПМК-98» проложены в основном подземно.

В состав технологического блока производственной площадки АО «ПМК-98» входят следующие объекты:

- магистральные насосные;
- площадки фильтров-грязеуловителей;
- площадки управления задвижками;
- площадки регуляторов давления;
- площадка сбора и откачки утечек нефтепродукта (емкости сбора утечек и дренажа нефтепродукта с насосами откачки);
- площадки камер приема/пуска СОД;
- технологические трубопроводы с электрозадвижками, обратными клапанами и др. оборудованием.

На территории площадки АО «ПМК-98» предусмотрены следующие вспомогательные сооружения:

- операторная;
- административно-бытовые корпуса;
- склады, гаражи, мастерские;
- котельная;
- площадка хранения аварийного запаса;
- насосная пожаротушения;
- пожарное депо;
- противопожарные водоемы;
- помещение эл. подстанции;
- ЗС ГО;
- инженерные коммуникации – линии электроснабжения, связи, телемеханики и сигнализации, трубопроводы водоснабжения, канализации и теплоснабжения.

Технические характеристики основного оборудования АО «ПМК-98» представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики основного оборудования

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Расположение	Назначение	Техническая характеристика
Насос НМ1250-400	2	Магистральная насосная	Перекачка нефтепродуктов (магистральный насос)	Q=1250 м <sup>3</sup> /ч
Насос НМ1250-260	2		Перекачка нефтепродуктов (магистральный насос)	Q=1250 м <sup>3</sup> /ч
Насос НМ1250-260	4	Магистральная насосная	Перекачка нефтепродуктов (магистральный насос)	Q=1250 м <sup>3</sup> /ч
Фильтр-грязеуловитель (горизонтальный)	4	Площадка	Очистка нефтепродуктов	
Резервуар РГС-100	2	Площадка	Сбор утечек	V = 100 м <sup>3</sup> , наземный
Резервуар РГС-50	1	Площадка	Сбор утечек	V = 50 м <sup>3</sup> , наземный
Резервуар РГС-25	1	Площадка	Сбор утечек	V = 25 м <sup>3</sup> , наземный
Технологические трубопроводы	1828,2 м	Территория	Внутриплощадочная перекачка н/п	Диаметр: 530, 426, 377, 250, 100, 80 мм. Толщина стенки: 6, 9, 10 мм.

Виды выполняемых работ для обеспечения технологического процесса в АО «ПМК-98»:

- «земляные работы по вскрытию нефтепродуктопровода;
- подъем, спуск нефтепродуктопровода;
- холодные врезки в действующие нефтепродуктопроводы под давлением специальным приспособлением;
- откачка (закачка) нефтепродуктов из резиноканевых резервуаров, емкостей, отсеченного участка нефтепродуктопровода;
- вытеснение нефтепродуктов из нефтепродуктопровода;
- впуск (выпуск) ГВС;

- установка приспособлений типа «Пакер», «Игла», приспособления для установки и извлечения герметизирующих пробок вантуза;
- резка нефтепродуктопроводов с применением труборезных машин;
- зачистка (пропарка) нефтепродуктопровода;
- герметизация нефтепродуктопровода;
- резка вантузов, патрубков, трубопроводов ручными пилами;
- контроль качества сварных стыков;
- изоляционные работы на нефтепродуктопроводе;
- работы по техническому диагностированию технологических нефтепродуктопроводов» [42].

План размещения основного технологического оборудования представлен на рисунке 2.1.

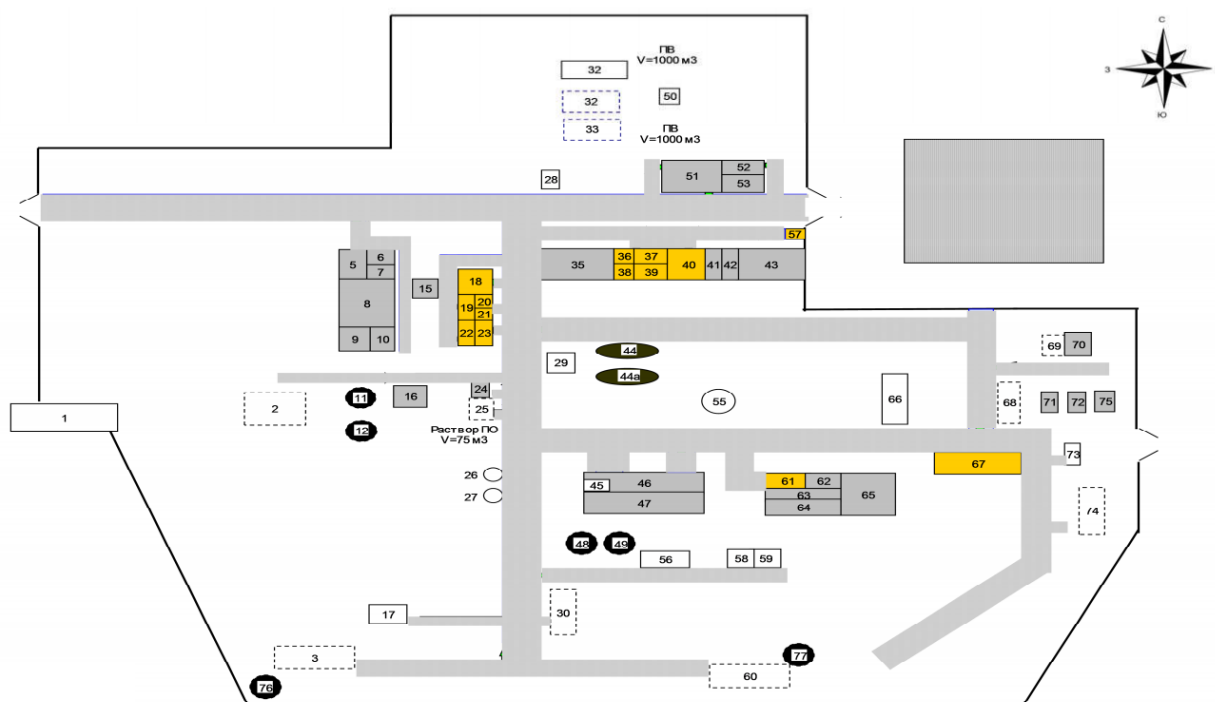


Рисунок 2.1 - План размещения основного технологического оборудования

Сеть технологических трубопроводов предусматривает выполнение следующих операций:

- прием нефтепродуктов, поступающих на производственную площадку;

- перекачку нефтепродуктов;
- закрытый сбор и откачку утечек.

Описание технологической схемы представлено на рисунке 2.2.

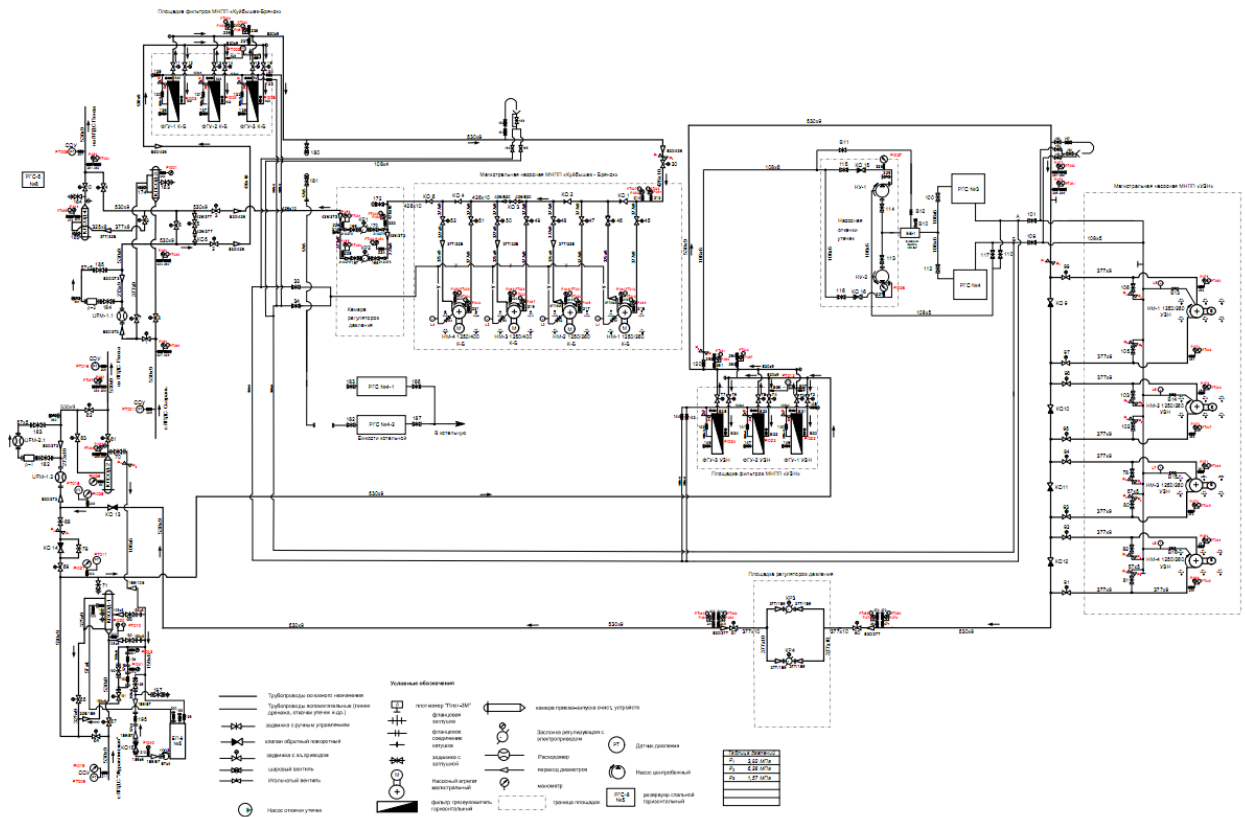


Рисунок 2.2 - Технологическая схема процесса

Анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов, и рисков представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов

Транспортировка нефтепродуктов			
Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор
1	2	3	4
Проведение технологических переключений	Запорная арматура	Запорная арматура	Смеси углеводородов/химический Общая вибрация/физический Пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на открытой территории/физический Шум/физический. Пожаро и взрывоопасность нефтепродукта и его паров, высокое давление нефтепродукта в трубопроводе/физический
Работы по обслуживанию и ремонту действующих электроустановок с напряжением 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока, а также монтажные, наладочные работы, испытания и измерения в этих электроустановках	Электроустановки	Электроустановки	Пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на открытой территории/физический Высота/физический Электрическое и магнитное поле промышленной частоты (50 Гц) /физический Производственный шум/физический

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
Работы, непосредственно связанные с применением легковоспламеняющихся и взрывчатых материалов, работы во взрыво- и пожароопасных производствах при проведении ремонтных работ оборудования	Запорная арматура, насосы	ЛВЖ, металл	Смеси углеводородов/химический Общая вибрация/физический Химические вещества, оказывающие вредное воздействие на репродуктивную функцию/химический Производственный шум/физический Аэрозоли металлов (образовавшиеся в процессе сухой шлифовки) /химический Пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на открытой территории/химический Физические перегрузки /психофизиологический
Работа по считыванию, вводу информации ПЭВМ	АРМ оператора	ПЭВМ	Электромагнитное поле широкополосного спектра частот от ПЭВМ/физический
Работы по проведению технического обслуживания магистральных насосов	Насос магистральный	Насос магистральный	Загазованность рабочей зоны, Смеси углеводородов/химический. Пожаро и взрывоопасность нефтепродукта и его паров, высокое давление нефтепродукта в трубопроводе/физический Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования, машин, механизмов/физический
Работы по проведению технического обслуживания запорной арматуры	Запорная арматура	Запорная арматура	Загазованность рабочей зоны, Смеси углеводородов/химический. Пожаро и взрывоопасность нефтепродукта и его паров, высокое давление нефтепродукта в трубопроводе/физический Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования, машин, механизмов/физический

Средства индивидуальной защиты работающих в АО «ПМК-98» представлены в таблице 2.3.



Таблица 2.3 - Средства индивидуальной защиты

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты
Оператор товарный	Приложение к Приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 09.12.2009г № 970н)	<p>Костюм для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием или плащ для защиты от воды</p> <p>Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с маслостойкой пропиткой</p> <p>Костюм из хлопчатобумажной ткани с огнезащитной пропиткой, Футболка</p> <p>Головной убор</p> <p>Ботинки кожаные с жестким подноском</p> <p>Сапоги кожаные с жестким подноском</p> <p>Сапоги резиновые с жестким подноском</p> <p>Перчатки резиновые</p> <p>Перчатки с полимерным покрытием</p> <p>Каска защитная</p> <p>Подшлемник под каску</p> <p>Противогаз или маска, или полумаска со сменными фильтрами</p> <p>Очки защитные</p> <p>Костюм для защиты от нефти и нефтепродуктов из смешанных тканей на утепляющей прокладке или из огнестойких тканей на основе смеси мета- и параамидных волокон на утепляющей прокладке</p> <p>Белье нательное утепленное</p> <p>Жилет утепленный</p> <p>Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском</p> <p>Сапоги кожаные утепленные с жестким подноском</p> <p>Валенки с резиновым низом</p> <p>Шапка ушанка или шапка трикотажная</p> <p>Перчатки шерстяные (вкладыши)</p>	Выполняется

Статистика травматизма по отрасли приведена на рисунке 2.3.

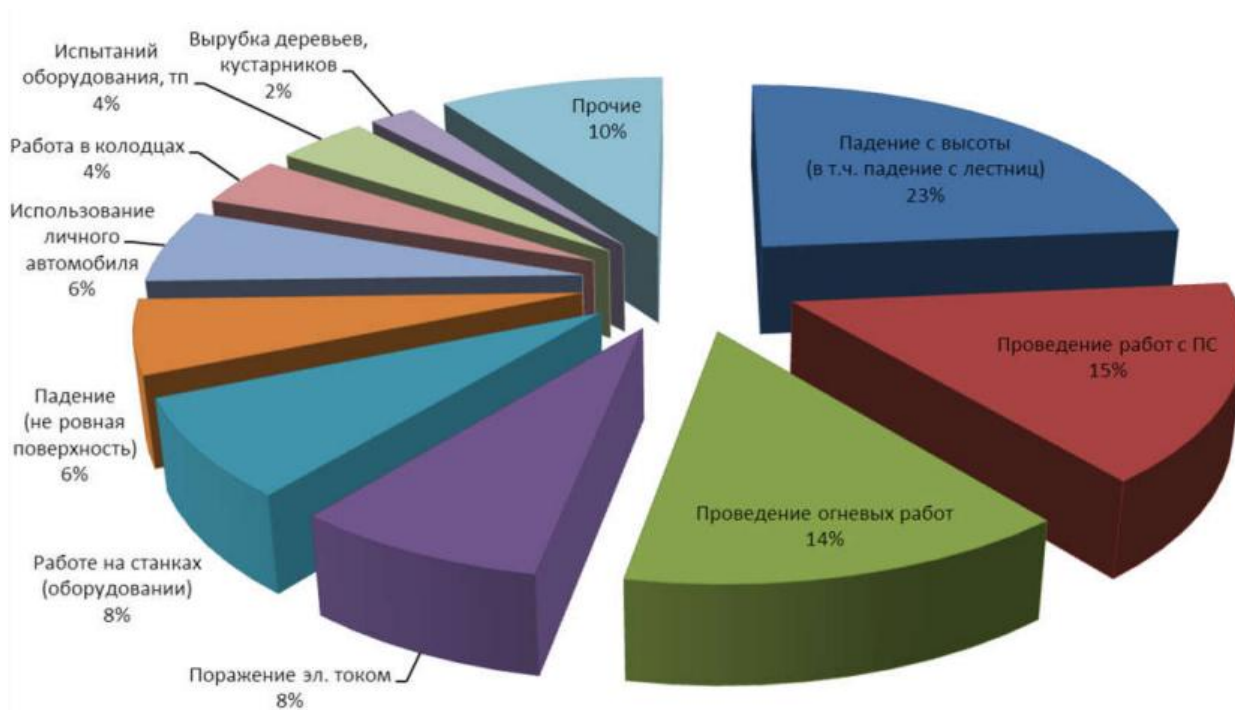


Рисунок 2.3 - Статистика травматизма по отрасли

Несчастных случаев в АО «ПМК-98» не зафиксировано.

## **2.2 Разработка методики оценки интенсивности теплового излучения от разлившихся горящих, наиболее распространенных в промышленности жидкостей, основанная на прямых экспериментальных замерах мощности теплового потока**

Производственные объекты являются опасными при наличии на них пожаро- и взрывоопасных веществ, участвующих непосредственно в производственном процессе. Оценивая риски данных объектов, следует предусмотреть и оценку последствий возможных аварий в связи с аварийно-выброшенными в пространство и загоревшимися горючими жидкостями. Аварии данного вида следует рассматривать как наиболее вероятные и потенциально опасные. Не менее опасны и возможны взрывы топливно-воздушной смеси, образование «огненного» шара, а также вспышка горючего пара, смешавшегося с воздухом, и достигшего концентрации, превышающей

нижний концентрационный предел распространения пламени. В подобном случае людям, зданиям, сооружениям, и находящемуся рядом оборудованию угрожает опасный фактор в виде теплового излучения.

Настоящее исследование предлагает воспользоваться методикой оценки интенсивности теплового излучения, возникающего вследствие горения при разливе жидкостей, наиболее используемых в промышленности. Прямые экспериментальные замеры мощности тепловых потоков легли в основу данной методики. Стоит заметить, что эксперимент проводился при реальном горящем разливе с произвольной формой без замены на пожар в виде круга, имеющего эквивалентный диаметр.

Пожары разлива наиболее опасны на территориях промплощадок, когда пожар может стать инициатором каскадного развития аварии, по причинам высокой плотности зданий и сооружений, пожароопасного оборудования. Как правило, находящиеся на промплощадках резервуары с пожаро- и взрывоопасными жидкостями имеют обвалование или обордюривание прямоугольной, или близкой к ней формы, т.е. представляют собой многоугольник. Кроме того, разлитие любой, самой сложной формы, с достаточной точностью можно заменить соответствующим многоугольником. В этом случае характерным размером горящего разлива становятся длины сторон «эквивалентного» многоугольника.

Использование компьютерной техники для реализации описанной ниже методики позволяет создать своеобразную мозаику полей теплового воздействия-различной интенсивности в пространстве, окружающем пожар разлива.

Последовательность действий по оценке последствий пожаров разлива представлена на рисунке 2.4.

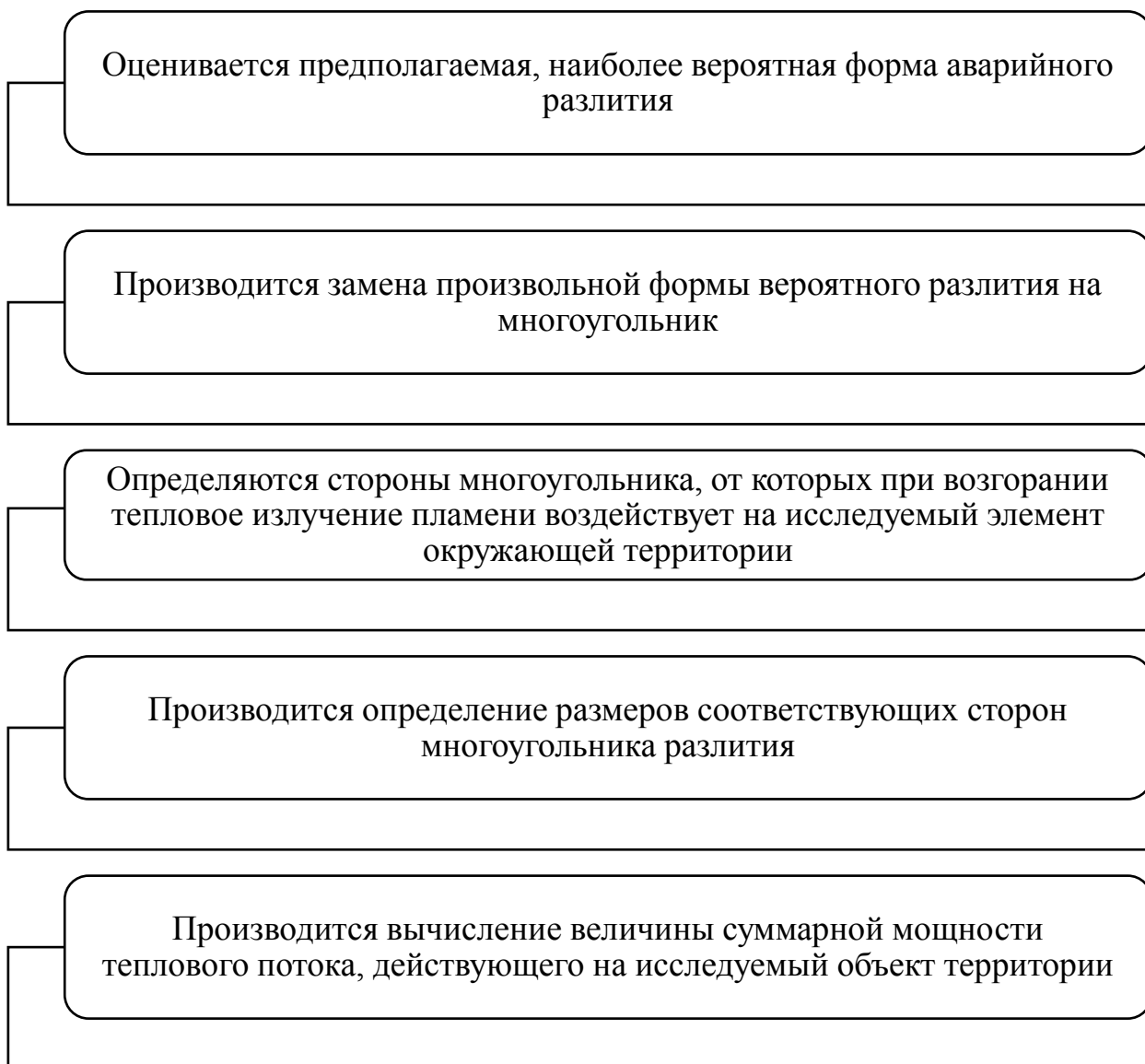


Рисунок 2.4 - Последовательность действий по оценке последствий пожаров разлива

Регламентированная процедура организации методики оценки интенсивности теплового излучения от разлившихся горящих, наиболее распространенных в промышленности жидкостей, основанная на прямых экспериментальных замерах мощности теплового потока представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Регламентированная процедура организации методики оценки интенсивности теплового излучения от разлившихся горящих, наиболее распространенных в промышленности жидкостей, основанная на прямых экспериментальных замерах мощности теплового потока

Наим. процесса	Назв. подпроцесса	1. Отв., 2. Исп.	Инф-ция на входе	Инф-ция на выходе	Хранение вых-й инф-ции	Срок
1	2	3	4	5	6	7
Организация, издание приказа	Подготовка документов для реализации	1. Нач. объекта 2. Должностное лицо, ответственное за исполнение	Проект приказа	Приказ о проведении экспериментальных исследований	Кабинет нач. объекта, 3 года	3 раб. дня
Оценка предполагаемой, наиболее вероятной формы аварийного разлива	Анализ информации о произошедших авариях	1. Нач. объекта 2. Должностное лицо, ответственное за исполнение	Информационные данные	Данные об оценке предполагаемой, наиболее вероятной формы аварийного разлива	Кабинет нач. объекта, 3 года	10 раб. дней
Замена произвольной формы вероятного разлива на многоугольник	Компьютерное моделирование	1. Нач. объекта 2. Должностное лицо, ответственное за исполнение	Данные об оценке предполагаемой, наиболее вероятной формы аварийного разлива	Измененные данные в форме вероятного пролития	Кабинет нач. объекта, 3 года	10 раб. дней
Определяются стороны, от которых тепловое излучение пламени воздействует на исследуемый элемент	Компьютерное моделирование	1. Нач. объекта 2. Должностное лицо, ответственное за исполнение	Измененные данные в форме вероятного пролития	Определенные размеры сторон многоугольника	Кабинет нач. объекта, 3 года	10 раб. дней
Вычисление величины суммарной мощности теплового потока, действующего на исследуемый объект территории	Компьютерное моделирование	1. Нач. объекта 2. Должностное лицо, ответственное за исполнение	Определенные размеры сторон многоугольника	Определенная величина теплового излучения	Кабинет нач. объекта, 3 года	20 раб. дней

Для того, чтобы обеспечить требуемый уровень промышленной безопасности на опасном производственном объекте необходимо разработать

комплекс работ, который поможет проанализировать риск предполагаемых аварий на изучаемом объекте, при этом рассчитав возможную частоту их возникновения. Для этого необходимо выбрать методику для решения подобных задач.

Обращаясь к результатам теоретических и практических исследований в данной области можно выделить сконцентрированные методы исследования техногенных рисков на ОПО, которые отображены на рисунке 2.5.

1. Статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике ОПО или его виду деятельности.

2. Логические методы анализа "деревьев событий", "деревьев отказов", имитационные модели возникновения аварий в человеко-машинной системе.

3. Экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области.

Рисунок 2.5 - Методы исследования техногенных рисков на ОПО

С точки зрения оценки частоты аварий наиболее приемлемыми методами являются статистические. В случае, если произошла какая-то уникальная авария, по которой наблюдается недостаток информации, то применяются методы моделирования с точки зрения теоретического анализа.

Помимо метода моделирования теоретический анализ использует также логико-вероятностные методы, причинно-следственные связи, которые

помогают выстроить последовательность произошедший случайный событий, спровоцировавших вместе происхождение аварии [15].

Также существуют экспертные методы – это работа экспертов. Обработка их мнений, которые они выражают в количественной или качественной форме [17]. Такая обработка может быть произведена несколькими способами: графическим или расчетным. В экспертных методах существует определённый недостаток – субъективное мнение эксперта, на которое могут повлиять увеличение каких-либо повторяющихся событий, либо аварии со впечатляющим эффектом, что соответственно искажает объективность суждения специалиста.

Все представленные методы позволяют получить представление о возможной частоте аварий, ее последствиях и влиянии на жизнь и здоровье персонала ОПО, близнаходящегося населения. Выделим характеристику перечисленных методов и рекомендацию области использования в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Характеристика перечисленных методов и рекомендация области использования на объектах нефтегазовой отрасли

Название метода	Возможности метода	Ограничения метода	Рекомендуемая область применения
1	2	3	4
Статистические методы	Статистические методы удобны для анализа риска, т.к. представляют собой, как правило, усредненные данные об аварийности на анализируемом объекте.	1. Использование статистических методов требует обработки большого количества информации за продолжительный период. 2. Условия использования статистических данных не должны отличаться от условий, в которых они получены.	Применимы для анализа риска трубопроводов, а также для отдельных простых элементов и технических узлов площадочных объектов.

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
Экспертные методы	Экспертные оценки отражают опыт, интуицию и знания специалистов относительно исследуемого объекта и являются важным источником информации	Данные экспертов часто отклоняются в сторону увеличения значимости недавних и часто повторяющихся событий, более впечатляющих эффектов.	Применимы для анализа риска всех объектов нефтегазовой отрасли.
Графические модели	1. Основными достоинствами этих моделей являются информативность, наглядность и четкое разделение стадий протекания процесса, однозначность понимания и удобство обработки на компьютерах, возможность последующей формализации. 2. Позволяют производить необходимые расчеты, даже не располагая подробными статистическими данными об авариях и ЧС.	1. Трудоемки и требуют высокой квалификации исполнителей. 2. Для их реализации необходимы многочисленные количественные данные, а это предполагает доступность данных и значительные затраты времени.	Применимы для анализа риска всех объектов нефтегазовой отрасли.
Имитационное моделирование	1. Менее чувствительно к неточности и нечеткости исходных данных. 2. Дает возможность одновременно учитывать десятки разрозненных параметров. 3. Позволяет снизить квалификационный уровень пользователя. 4. Позволяет уменьшить трудоемкость выполняемых оценочных работ.	1. Практическая реализация данного метода возможна только с применением компьютерных программ. 2. Экспериментальная проверка возможна только для малоопасных, очевидных аварийных ситуаций.	Применимы для анализа риска трубопроводов, а также для отдельных простых элементов и технических узлов площадочных объектов.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о приоритетности с точки зрения наибольшей достоверности получаемых результатов комбинированного подхода к оценке частоты реализации аварии на исследуемом объекте, включающего статистический метод, метод



экспертных оценок и графический метод. При этом для каждого технологического блока или устройства должен применяться наиболее адекватный из перечисленных методов оценки частоты аварии, т.е. обеспеченный наибольшим объемом необходимой исходной информации, приводящий к воспроизводимым и единообразно понимаемым результатам.

Делая выводы по второй главе диссертационного исследования можно сказать, что АО «ПМК-98» относится к ОПО I класса опасности - ОПО чрезвычайной опасности. Площадка, на которой осуществляется производство АО «ПМК-98» - промежуточная перекачивающая станция. Во второй главе даны технические характеристики основного оборудования АО «ПМК-98», охарактеризованы виды выполняемых работ для обеспечения технологического процесса. Представлен план размещения основного технологического оборудования, а также проведен анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов и охарактеризованы средства индивидуальной защиты работающих в АО «ПМК-98». Анализ травматизма по отрасли выявил, что в АО «ПМК-98» не выявлено несчастных случаев на производстве.

Во второй главе также проведена сравнительная оценка эффективности мероприятий, снижающих риск техногенных аварий опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе. Данный сравнительный анализ нашел отражение в составленной таблице выявленных ограничений и рекомендуемых областей применения методов оценки частоты аварий на объектах нефтегазовой отрасли.

### 3 Разработка актуального направления снижения техногенного риска в АО «ПМК-98»

#### 3.1 Патентно-информационный анализ мероприятий, снижающих риск техногенных аварий опасных производственных объектов

Схема проведения экспериментов представлена на рисунке 3.1.

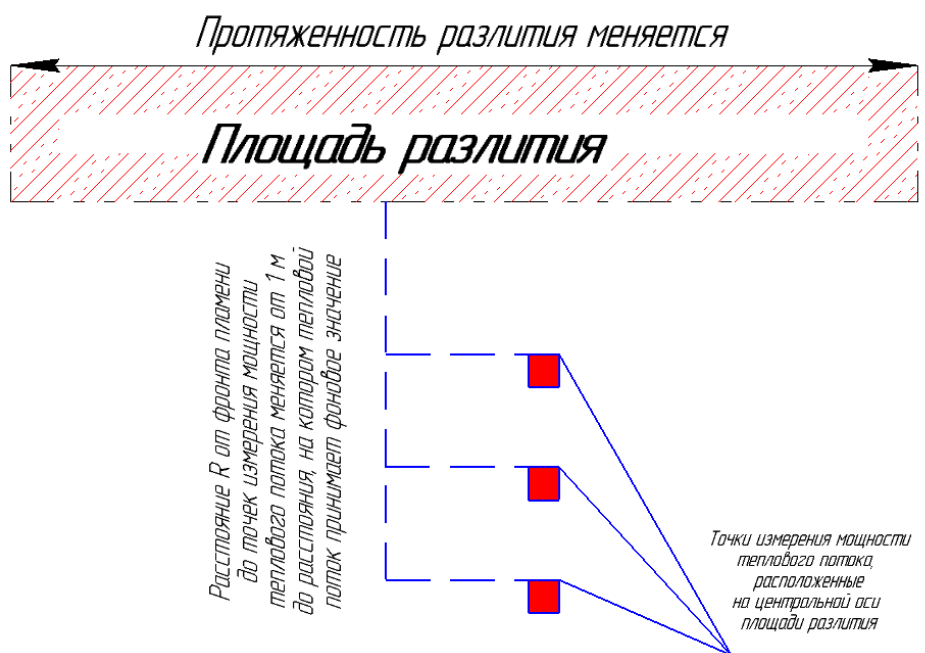


Рисунок 3.1 – Схематическое пояснение к эксперименту, определяющему мощность теплового потока при горении ЛВЖ

На практике проведенная процедура может объясниться рисунком 3.2, здесь форма разлива, которая обычно выполняется произвольно имеет замещение на многоугольник. В данном случае в элементах I и II определяется мощность теплового потока.

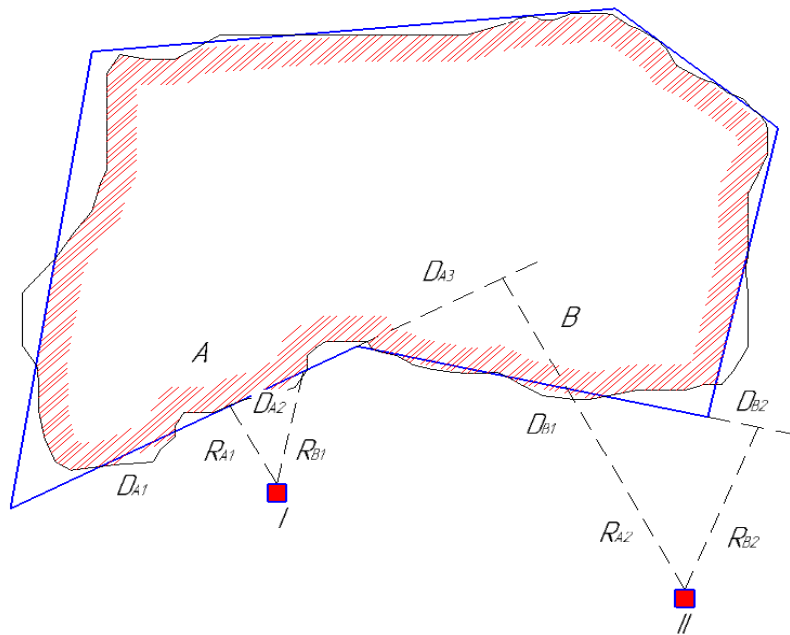


Рисунок 3.2 - Схематическое пояснение к эксперименту, определяющему мощность теплового потока относительно элементов окружающей территории

На рисунке 3.2 видно, что от фронта пламени со стороны А и В идет воздействие тепловым излучением на элементы I и II. Формула расчета воздействия теплового излучения на элемент I:

$$E_I = E_{AI} + E_{BI} = 1/2 \cdot E_{D_{A1}; R_{A1}} + 1/2 \cdot E_{D_{A2}; R_{A1}} + 1/2 \cdot E_{D_{B1}; R_{B1}} \quad (3.1)$$

Формула расчета воздействия теплового излучения на элемент II:

$$E_{II} = E_{AII} + E_{BII} = 1/2 \cdot E_{D_{A1} + D_{A2} + D_{A3}; R_{A2}} - 1/2 \cdot E_{D_{A3}; R_{A2}} + \\ + 1/2 \cdot E_{D_{B1} + D_{B2}; R_{B2}} - 1/2 \cdot E_{D_{B2}; R_{B2}} \quad (3.2)$$

Для того, чтобы экспериментально решить поставленные задачи в настоящем исследовании и корректно спрогнозировать последствия пожара при разлинии ЛВЖ была проведена работа по разработке специализированного устройства, позволяющего моделировать форму очага пожара в контролируемых условиях на полигоне. Предварительно была проведена работа по патентному поиску существующих решений (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Патентно-информационный анализ устройств, позволяющих моделировать форму очага пожара в контролируемых условиях на полигоне

Номер патента	Описание	Недостаток
1	2	3
Пат. 57611	«Полезная модель относится к области охраны окружающей среды, в частности, технике для изучения пожаровзрывобезопасности технологических процессов» [9]. «Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является расширение функциональных возможностей устройства и упрощение его конструкции, техническим результатом - обеспечение возможности моделирования различных форм очагов пожаров при одновременном снижении трудоемкости изготовления и материалоемкости устройства, а также обеспечение оперативного изменения взаиморасположения модели фронта очага пожара и мишени» [9].	«Данное устройство, используемое для тренировочных целей - испытания средств пожаротушения и позволяющее моделировать различные формы очагов пожаров, не предназначено для исследования тепловой нагрузки на объект и не имеет возможности оперативного ориентирования собственно модели очага пожара в зависимости от направления ветра и взаиморасположения модели очага пожара и изучаемого объекта (мишени)» [9].
Пат. 2444679	«Устройство позволяет моделировать очаг потенциального возгорания в реальных условиях, а также обеспечивает прекращение горения при достижении контрольных параметров» [10].	«Устройство не обладает достаточными габаритными размерами, чтобы смоделировать возгорание на промышленном предприятии» [10].
Пат. 4322041	«Изобретение относится к стендам для испытания средств пожаротушения, в частности к устройствам для имитации очагов пожара, и позволяет сократить время подготовки к испытаниям и снизить материалоемкость. Устройство для имитации очага пожара содержит противень и установленную в нем по крайней мере одну емкость для горючей жидкости, выполненную в виде обечайки, снабженной опорами» [11].	«Данное устройство, используемое для тренировочных целей - испытания средств пожаротушения и позволяющее моделировать различные формы очагов пожаров не обладает достаточными габаритными размерами, чтобы смоделировать возгорание на промышленном предприятии» [11].

Взяв за прототип устройство согласно патенту №4322041 было смоделировано устройство, которое позволяет с минимизируя временные затраты изменить размер очага пожара разлития.

### 3.2 Разработка экспериментального метода определения параметров пожаров разлитий и устройство для его реализации в АО «ПМК-98»

На рисунке 3.3 изображен смоделированный линейный пожар, секции устройства собраны в один ряд и заполнены горючей жидкостью, при ее горении исследуется тепловое воздействие на мишень.

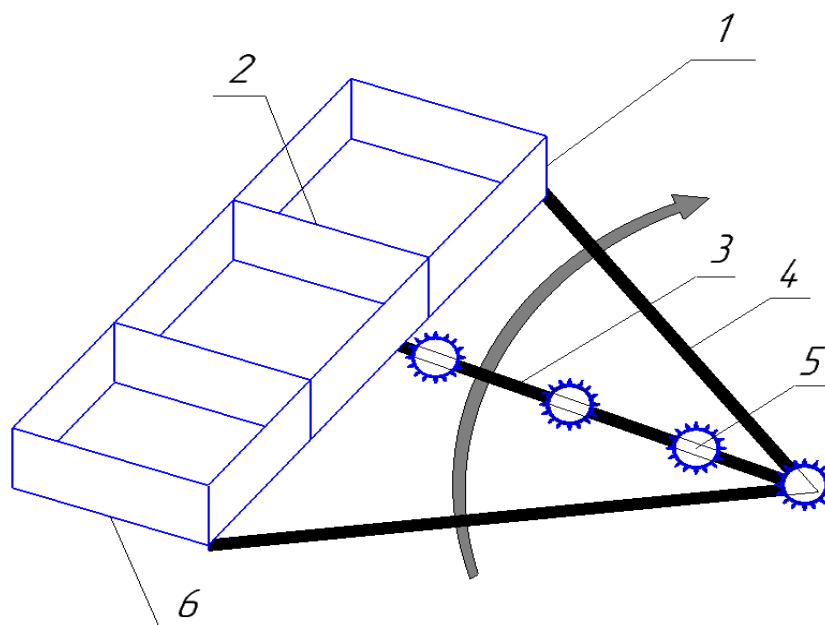


Рисунок 3.3 - Очаг линейной формы

На рисунках 3.4 и 3.5 изображен смоделированный пожар в форме дуги, соответственно вогнутой и выгнутой в сторону мишени. Для этого секции собраны в дугу, требуемого диаметра.

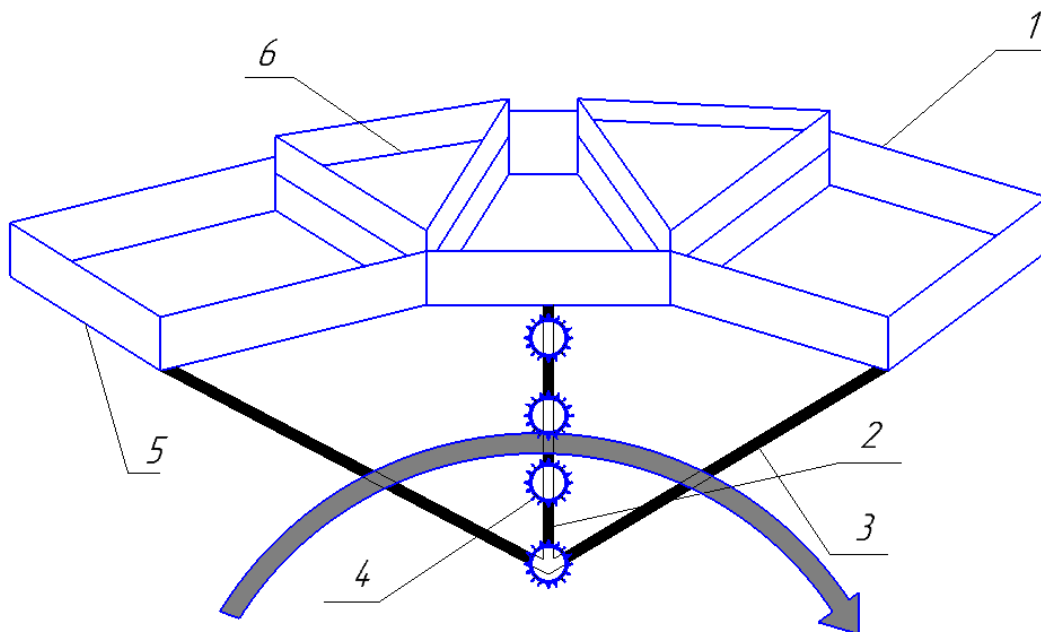


Рисунок 3.4 - Очаг в форме дуги окружности, вогнутой в сторону мишеней

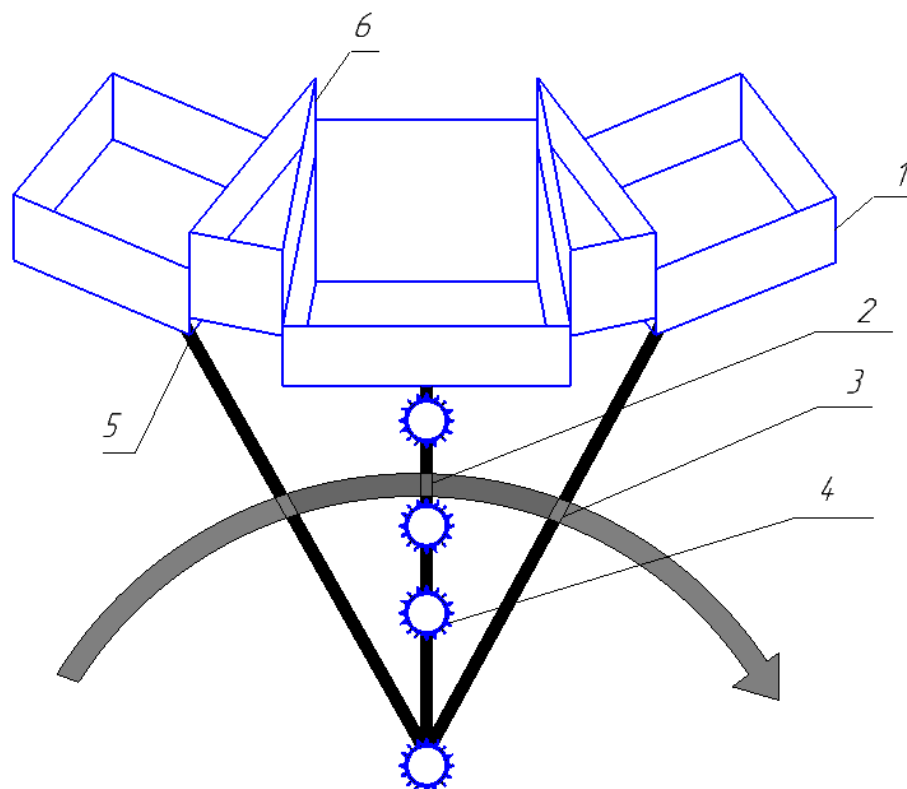


Рисунок 3.5 - Очаг в форме дуги окружности, выгнутой в сторону мишеней

Проверка работоспособности предложенного метода была произведена на уменьшенной модели устройства, представленной на рисунке 3.6.

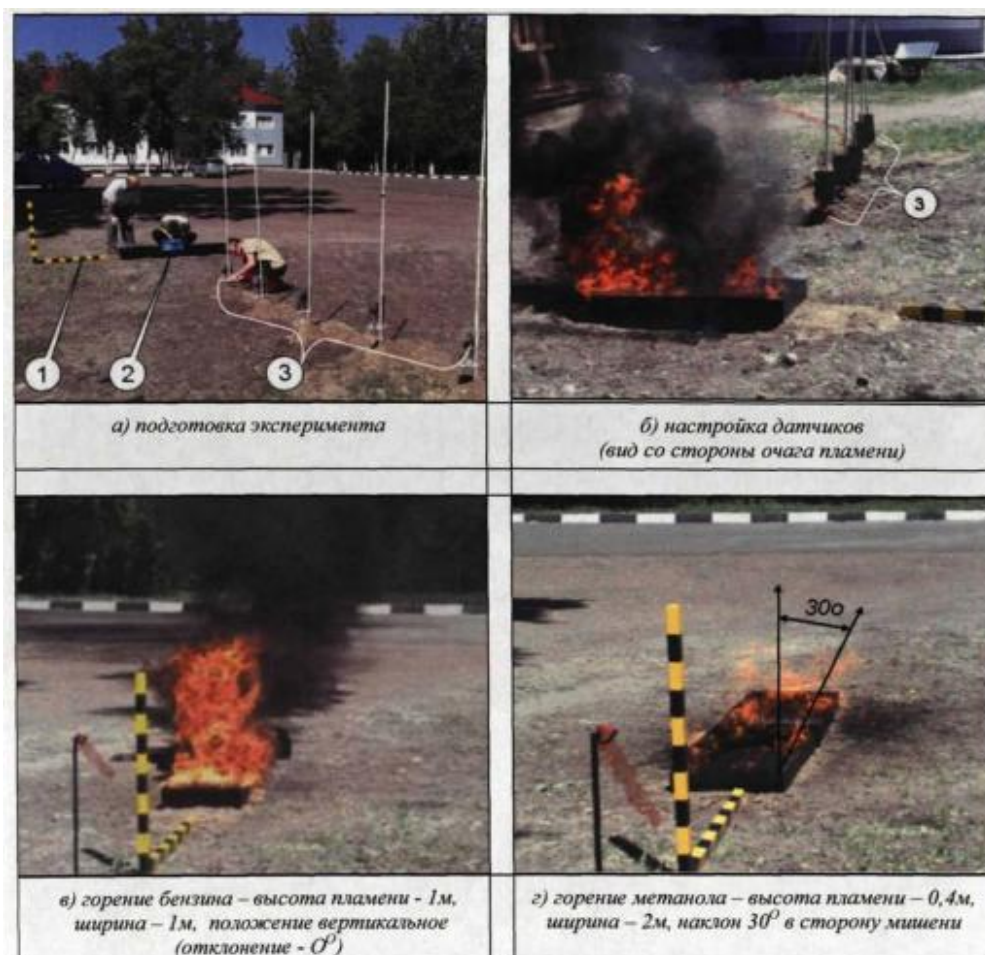


Рисунок 3.6 - Пример проведения эксперимента

Как следует из статистических данных, наиболее используемыми в промышленности горючими жидкостями являются бензин и метанол. Именно эти жидкости использовались в эксперименте. Фоторегистрация позволила установить угол наклона фронта пламени, а, используя масштабные рейки, были измерены его геометрические размеры, что позволило определить параметры, необходимые для последующего вычисления такого показателя, как среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени.

Таблица 3.2 содержит данные, характеризующие бензин и метанол по результатам, полученным в ходе эксперимента прямыми измерениями и рассчитанными на их основе величинами мощности теплового излучения пламени. Приведенные данные позволяют подтвердить работоспособность методики, отсюда же следует вывод о незначительном расхождении между

полученными удельными характеристиками теплового потока фронта пламени и значениями, представленными в СП 12.13130.2009: «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [5], и слабо зависят от протяженности пожара разлития для относительно нешироких очагов.

Таблица 3.2 - Результаты прямых измерений параметров фронта пламени горючих жидкостей

Характеристика	Значения														
	Бензин					Метанол									
Горючая жидкость															
Длина пламени, м	1					1					2				
Высота пламени, м	1					0,3					0,5				
Угол наклона пламени, градус	0					0					30 от вертикали в сторону мишени				
Расстояние от пламени до мишени, м	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
Тепловая нагрузка на мишень, кВт/м <sup>2</sup>	2,5	1,7	1,3	1,2	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8
Значение Еп, кВт/м <sup>2</sup>	13,3	12	12,2	13	13	6,4	6,2	6,5	6,9	6,1	7,1	6,9	7,1	7,3	6,8
Среднее значение Еп, кВт/м <sup>2</sup>	12,7 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,7</sub>					6,4 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,3</sub>					7,0 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,2</sub>				
Значение Еп по [5]	130					35					35				
Значение Еп по [6]	25-60					-					-				

Результаты экспериментов позволили более адекватно оценить вероятные зоны термического поражения при размещении объектов, вошедших в состав сооружений проектов АО «ПМК-98». Использование полученных экспериментальных данных позволило определить рациональные трассы будущих трубопроводов АО «ПМК-98». Территория реализации перечисленных проектов характеризуется сильной пересеченностью, наличием относительно глубоких и протяженных углублений природного (овраги, балки) и искусственного (кюветы, траншеи,



планировочные углубления) происхождения, что способствует распространению жидких горючих веществ.

В целом, экспериментальные исследования показали представленные выше результаты, позволяющие применять на практике научно обоснованные рациональные методы по защите от опасного термического воздействия.

Техносферная безопасность в АО «ПМК-98» может быть повышена еще одним методом, а именно обнаружением поврежденного участка трубопровода, а также признаков нарушений охранной зоны трубопровода, применяя способ дистанционного обнаружения. Указанный способ представляет собой анализ полей сейсмоакустической эмиссии в районе трубопровода. Газопромисловые объекты расположены на разнообразных рельефных поверхностях, вследствие чего множество факторов усложняет характеристику общего поля сейсмоакустической эмиссии вблизи исследуемого объекта. Наземное и глубинное оборудование в процессе работы способствуют возникновению нормальных техногенных полей сейсмоакустической эмиссии. Если же в нормальный рабочий процесс вмешиваются криминогенные нарушения типа врезки или откачки, или создается иная ситуация вследствие аварийного нарушения целостности трубопровода, то имеет место возникновение аномального техногенного сейсмоакустического поля [20]. Технологически способ представляет собой непрерывное наблюдение (прослушивание) сейсмоакустического шума в районе месторождения в осложненных местах (технологических переходах) участков линейного трубопровода, или же прослушиваются потенциально криминогенные, удаленные, плохо просматриваемые участки [20].

Для решения подобной задачи организуется специальная пространственная сейсмоакустическая система наблюдения - сейсмический локатор. В основу локатора положен чувствительный геофон (сейсмоприемник), способный регистрировать продольные и поперечные волны. При заглублении датчиков на уровень от 1-2 до 10 метров уровень

микросейсмических помех снижается. Сейсмическим локатором является пространственная система на основе корпуса с лучами (их может быть 6 или 8 шт.). На каждый луч устанавливается от 20 до 30 сейсмоприемников. В целом он представляет собой остронаправленную фокусирующую систему. Система, соединенная с геофонами в количестве 9-11 штук, визуализирует, обрабатывает и анализирует результаты измерения полей сейсмической эмиссии. Внутрипромысловые или магистральные трубопроводы подвергаются переменной фокусировке, осуществляемой в сканирующем режиме «прослушивания» трубных систем» [20].

Система контроля осуществляется при программной настройке по прослеживанию каждого объекта с заранее известными с высокой точностью координатами трубопровода. Система имеет и другую важную характеристику, такую, как многократное сканирование трубопровода фокусирующей системой с накоплением информации в виде суммы всех сканирований. Заданная точность локации объекта реализуется благодаря вышеописанной возможности, так как многократность сканирований способствует усилению информационного сигнала, возникающего в месте порыва или несанкционированных земляных работ, называемого конструктивной интерференцией; и наоборот, несинфазное суммирование помех ведет к их ослаблению, это интерференция «на ноль». Объект контроля имеет известную форму, линейные размеры и заданное расстояние до локатора, что позволяет осуществлять точную фокусировку системы. Далее, реализуется разностная схема «информационное поле минус фоновое поле»; существует возможность частотной селекции эмиссионных полей; реализуется схема по накоплению высокой кратности сигналов; используется многократная схема наблюдений. Все вышеперечисленное вкуче обеспечивает высокую чувствительность системы контроля.

В рамках настоящего исследования были проведены полевые работы, позволившие запеленговать работающий факел условной нефтяной скважины. Проведенный эксперимент позволил практически определить

возможность применения сейсмоприемников, размещенных по лучевой схеме.

Для проведения эксперимента по наблюдению шумового поля сейсмической эмиссии использовалась остронаправленная сейсмическая система сканирования с 12-ти кратным накоплением энергии принимаемых сигналов, удаленная на 12 км от исследуемого участка нефтяного месторождения. Результатом эксперимента явилась картографическая основа (рисунок 3.7) с данными пеленгации, получаемых каждым сейсмоприемником в зависимости от расстояния и уровня сигнала.

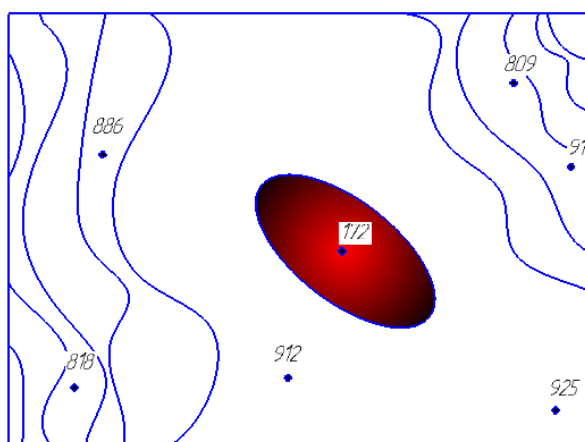
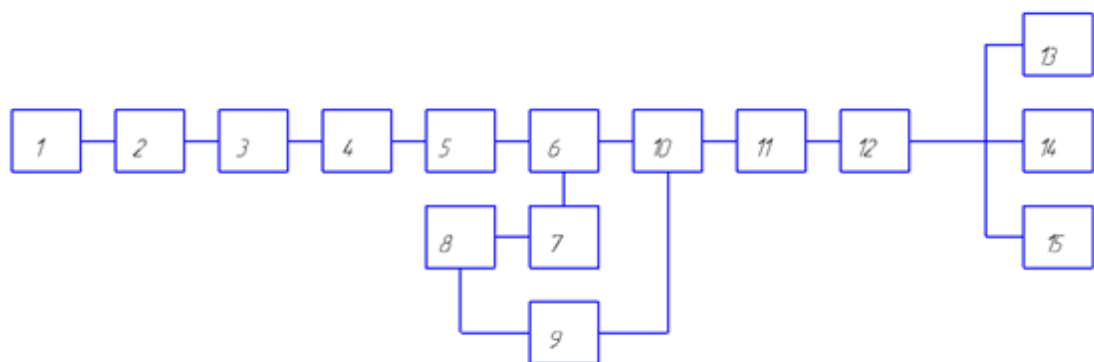


Рисунок 3.7 - Графическая интерпретация результатов пространственной пеленгации работающего факела скважины

Более высокая интенсивность шума обозначены более интенсивным красным цветом. Локальное шумовое поле факела оказалось несколько размытым, что объясняется недостаточным количеством сейсмоприемников, то есть, пространственная локационная система на каждом из своих лучей содержала их менее двадцати. Для повышения точности локального шумового поля следует увеличить количество сейсмоприемников, расположенных на каждом из лучей системы.

Блок-схема устройства обработки сейсмических сигналов представлена на рисунке 3.8.



1 – датчик, 2 – блок фильтров, 3 – блок усилителей, 4 – блок линий задержки, 5 – сумматор, 6 – квадратор, 7 – электронный ключ, 8 – блок памяти, 9 – ограничитель, 10 – схема сравнения, 11 – накопитель, 12 – компаратор, 13 – индикатор, 14 – регистратор, 15 – блок аварийной ситуации

Рисунок 3.8 - Блок-схема устройства обработки сейсмических сигналов

Принцип работы устройства состоит в приеме упругих волн сейсмоакустической эмиссии, для чего приемная система (апертура) оснащена датчиками (поз. 1), затем происходит фильтрация по заданному частотному диапазону (поз. 2) и усиление в блоках (поз. 3). Блок линий задержки (поз. 4) предназначен для внесения в соответствии с заданной программой относительных временных задержек в принимаемые сигналы, вследствие чего поверхность фокусирования (парабола) заполняется импульсами. Сумматор (поз. 5) осуществляет суммирование сигналов, а квадратор (поз. 6) преобразует их среднеквадратичные значения в значения, пропорционально энергии принимаемого сигнала. Далее сигнал к блоку памяти (поз. 8) следует через электронный ключ для получения в ограничителе числа накоплений (поз. 9) среднего значения эмиссии, подаваемого на схему сравнения (поз. 10), где сравнивается с поступающим из квадратора текущим значением эмиссии. Значение разности между фоном и текущим сигналом поступает в накопитель (поз. 11) и далее следует к компаратору (поз. 12). Таким образом, в схеме сравнения среднефоновое (нормальное), значение эмиссии, характеризующее штатный режим работы трубопровода, промысла, других объектов сопоставляется с текущим значением эмиссии. Если новые внешние источники – поля отсутствуют, то

текущее значение эмиссии будет иметь параметры (например, ее амплитуда или мощность), схожие со средненакопленным значением, и значения, поступающие в компаратор и соответствующие накопленной разности, будут близиться к нулю. В противном случае, если некий участок трубопровода подвергается деформации, если работы вблизи него несут нештатный характер, включая подготовительные работы к несанкционированной врезке, возникает новый источник (очаг эмиссии), что приводит к превышению мощности текущей эмиссии над средненакопленным значением. В короткий промежуток времени между указанными значениями в накопителе резко возрастает разность и ограничитель компаратора фиксирует превышение установленного порогового значения. На визуальном (световом) индикаторе (поз. 13) появляется подаваемый компаратором сигнал рассогласования, процесс документируется в регистраторе (поз. 14), и, как следствие, в блоке аварийной ситуации вырабатывается аварийный сигнал (поз. 15).

По результатам выводов третьей главы было сделано заключение о необходимости оценки последствий аварий, связанных с возгоранием аварийно-выброшенных в пространство горючих жидкостей. Одним из самых опасных факторов, который воздействует на людей, здания и сооружения при этом, является тепловое излучение.

Перед началом эксперимента была составлена последовательность действий, по оценке последствий пожаров. Проводимый эксперимент в настоящем исследовании заключался в определении мощности теплового потока при горении ЛВЖ относительно элементов окружающей территории. После проведения расчета воздействия теплового излучения, а также для того, чтобы корректно спрогнозировать последствия пожара при разливе ЛВЖ, на производственной площадке АО «ПМК-98» было разработано специализированное устройство, которое позволяет моделировать форму очага пожара в контролируемых условиях на полигоне. Началом предварительной работы является патентный поиск существующих решений.

За основу было взято устройство согласно патенту №4322041 и согласно ему, было смоделировано устройство с улучшенными характеристиками, которые позволяют, минимизируя временные затраты, изменить размер очага пожара разлития. В исследовании представлены на рисунках очаги различной формы, которые удалось смоделировать с помощью разработанного устройства. В качестве ЛВЖ были использованы бензин и метанол. На специализированном полигоне были осуществлены замеры геометрических размеров фронта пламени, с помощью фоторегистрации удалось установить угол наклона пламени. После этого осуществлены расчеты среднеповерхностной плотности теплового излучения пламени по вычисленным параметрам.

Проведенный эксперимент позволил оценить зоны зданий и сооружений производственной площадки АО «ПМК-98», которые с наибольшей вероятностью окажутся в зоне термического поражения. Полученные экспериментальные данные позволили более рационально определить размещение будущих трасс трубопроводов (новый проект АО «ПМК-98», намеченный на 2025 год), скорректировав их так, чтобы они не оказались в потенциально опасной зоне.

Также помимо проведенного эксперимента, направленного на снижение рисков в АО «ПМК-98» был предложен способ дистанционного обнаружения участка повреждения трубопровода, нарушения его целостности. Технология дистанционного обнаружения основывается на непрерывной диагностике методом прослушивания участков трубопровода в АО «ПМК-98». Особенно эффективен предлагаемый способ на участках где есть технологические переходы, либо в местах, где возможна противозаконная врезка в трубопровод.

Данное мероприятие позволит не только обезопасить АО «ПМК-98» от несанкционированных «врезок», но и снизить возможный экологический урон, посредством быстрого реагирования на нарушение герметичности трубопровода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам первой главы исследования: «Теоретические аспекты применения риск-ориентированного подхода на промышленных предприятиях», можно сделать вывод о том, что требования технических регламентов, которые направлены на обеспечение промышленной безопасности, направлены на замену требований, которые установлены технологическим процессам опасного производственного объекта, ее продукции. Поэтому после того, как вступил в силу «Закон о техническом регулировании», исполнительная власть больше не обладает правом издавать акты в сфере технического регулирования, которые носят обязательный характер. Свое обязательное назначение сохраняют лишь те нормативные документы, в которых установлены требования обеспечения промышленной безопасности к юридическим или физическим лицам, а также к процессам опасных производственных объектов, которые не связаны продукцией, а лишь с самим объектом в целом.

На сегодняшний день на государственном уровне предприняты важные шаги по внедрению элементов риск-ориентированного регулирования в области промышленной безопасности – выполнено категорирование ОПО, позволяющее концентрировать внимание на наиболее важных объектах с точки зрения обеспечения безопасности; введена новая система аттестации экспертов, призванная поднять квалификацию экспертов и повысить уровень их ответственности за результаты своей деятельности. Однако этих шагов недостаточно для достижения высокой эффективности риск-ориентированного подхода. Необходимо устранить или минимизировать ряд организационно-правовых и технических факторов, чтобы максимально полно использовать методологию анализа риска в области промышленной безопасности. Пока еще эта методология применяется в отечественной практике только для разработки деклараций промышленной безопасности,

планов ликвидации аварий и их последствий, а также обоснований безопасности. Реализация же риск-ориентированного подхода в управлении промышленной безопасностью ОПО предполагает, что анализ риска будет осуществляться не только в разовом порядке, при разработке указанных документов, но и периодически в процессе эксплуатации ОПО в порядке мониторинга эффективности реализуемых мер по обеспечению промышленной безопасности. Таким образом, риск-ориентированное регулирование достигает максимальной эффективности при переходе к мониторингу рисков по каждому ОПО.

Также, анализируя методологию ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе в первой главе был разработан порядок категорирования ОПО по уровню риска аварии, а также масштабу возможных аварийных последствий. Данный порядок осуществляется посредством последовательного выполнения, определенного четырехшагового алгоритма.

Проведя анализ проблемы внедрения риск-ориентированного подхода в практику обеспечения безопасности предприятий нефтегазового сектора, было дано понятие риска, определена его классификация. Поскольку содержание опасных и вредных производственных факторов достаточно разнообразно на опасном производственном объекте, а также существует безграничное сочетание их друг с другом и с другими случайными обстоятельствами, то при определенных условиях эти сочетания приводят к различным «опасностям и рискам», что в свою очередь влечет за собой самые неблагоприятные последствия. Создать универсальную методику идентификации опасностей и рисков нет никакой принципиальной возможности, поэтому создаются отдельные подходы и принципы, которые содержат детальные указания, позволяющие руководству опасного производственного объекта применить их к своим конкретным особенностям производства, на практике применить риск-ориентированный подход.



Делая выводы по второй главе диссертационного исследования: «Анализ существующих методик обеспечения промышленной безопасности» можно сказать, что АО «ПМК-98» относится к ОПО I класса опасности - ОПО чрезвычайной опасности. Площадка, на которой осуществляется производство АО «ПМК-98» - промежуточная перекачивающая станция. Во второй главе даны технические характеристики основного оборудования АО «ПМК-98», охарактеризованы виды выполняемых работ для обеспечения технологического процесса. Представлен план размещения основного технологического оборудования, а также проведен анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов и охарактеризованы средства индивидуальной защиты работающих в АО «ПМК-98». Анализ травматизма по отрасли выявил, что в АО «ПМК-98» не выявлено несчастных случаев на производстве.

Во второй главе также проведена сравнительная оценка эффективности мероприятий, снижающих риск техногенных аварий опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе. Данный сравнительный анализ нашел отражение в составленной таблице выявленных ограничений и рекомендуемых областей применения методов оценки частоты аварий на объектах нефтегазовой отрасли.

По результатам выводов третьей главы «Разработка актуального направления снижения техногенного риска» было сделано заключение о необходимости оценки последствий аварий, связанных с возгоранием аварийно-выброшенных в пространство горючих жидкостей. Одним из самых опасных факторов, который воздействует на людей, здания и сооружения при этом, является тепловое излучение.

Перед началом эксперимента была составлена последовательность действий, по оценке последствий пожаров. Проводимый эксперимент в настоящем исследовании заключался в определении мощности теплового потока при горении ЛВЖ относительно элементов окружающей территории.

После проведения расчета воздействия теплового излучения, а также для того, чтобы корректно спрогнозировать последствия пожара при разлиии ЛВЖ, на производственной площадке АО «ПМК-98» было разработано специализированное устройство, которое позволяет моделировать форму очага пожара в контролируемых условиях на полигоне. Началом предварительной работы является патентный поиск существующих решений.

За основу было взято устройство согласно патенту №4322041 и согласно ему, было смоделировано устройство с улучшенными характеристиками, которые позволяют, минимизируя временные затраты, изменить размер очага пожара разлиия. В исследовании представлены на рисунках очаги различной формы, которые удалось смоделировать с помощью разработанного устройства. В качестве ЛВЖ были использованы бензин и метанол. На специализированном полигоне были осуществлены замеры геометрических размеров фронта пламени, с помощью фоторегистрации удалось установить угол наклона пламени. После этого осуществлены расчеты среднеповерхностной плотности теплового излучения пламени по вычисленным параметрам.

Проведенный эксперимент позволил оценить зоны зданий и сооружений производственной площадки АО «ПМК-98», которые с наибольшей вероятностью окажутся в зоне термического поражения. Полученные экспериментальные данные позволили более рационально определить размещение будущих трасс трубопроводов (новый проект АО «ПМК-98», намеченный на 2025 год), скорректировав их так, чтобы они не оказались в потенциально опасной зоне.

Также помимо проведенного эксперимента, направленного на снижение рисков в АО «ПМК-98» был предложен способ дистанционного обнаружения участка повреждения трубопровода, нарушения его целостности.

Технология дистанционного обнаружения основывается на непрерывной диагностике методом прослушивания участков трубопровода в

АО «ПМК-98». Особенно эффективен предлагаемый способ на участках где есть технологические переходы, либо в местах, где возможна противозаконная врезка в трубопровод. Данное мероприятие позволит не только обезопасить АО «ПМК-98» от несанкционированных «врезок», но и снизить возможный экологический урон, посредством быстрого реагирования на нарушение герметичности трубопровода.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018). - URL: <https://base.garant.ru/11900785/> (дата обращения: 12.10.2018).

2. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 26 декабря 2008 года № 294-ФЗ (ред. от 27.12.2018). - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/) (дата обращения: 15.10.2018).

3. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017). - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) (дата обращения: 22.10.2018).

4. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016). - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/) (дата обращения: 12.12.2018).

5. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах : [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 13.05.2015 № 188. - URL: [http://www.idgca.org/doc/fz\\_188-130515.pdf](http://www.idgca.org/doc/fz_188-130515.pdf) (дата обращения: 15.12.2018).

6. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.002-2014. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200125989> (дата обращения: 26.12.2018).

7. Пат. 57611 Российская Федерация. Устройство для моделирования очага пожара / А.К. Ливанов : заявитель и патентообладатель А.К. Ливанов. - № 25648763 ; заявл. 27.10.2006, Бюл. № 4. – 13 с. : ил.

8. Пат. 2444679 Российская Федерация. Устройство для моделирования очага пожара / И.И. Полевода, В.В. Лахвич, Д.М. Гороховик, А.В. Грачулин : заявитель и патентообладатель ГУО «Командно-инженерный институт». - № 20130066 ; заявл. 21.01.2013, Бюл. № 3. – 6 с. : ил.

9. Пат. 4322041 Российская Федерация. Устройство для имитации очага пожара / Г.Я. Дрикер, В.П. Поклоннов, А.М. Рывкин, С.А. Сухов : заявитель и патентообладатель Г.Я. Дрикер. - № 4322041/40 ; заявл. 05.07.2010, Бюл. № 4. – 14 с. : ил.

10. Абдрахманов, Н.Х. Анализ отечественного и зарубежного опыта исследований в области безопасного проектирования и эксплуатации технологических объектов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств / Н.Х. Абдрахманов, В.П. Матеев, А.С. Нищета В.В. Савицкий, О.А. Доржиева, Т.А. Хакимов // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. - 2015. - № 5. - С. 162-164.

11. Абдрахманов, Н.Х. Требования к информационному, организационному и техническому обеспечению построения информационно-управляющей системы безопасности для предприятий нефтегазоперерабатывающей промышленности / Н.Х. Абдрахманов, К.Н. Абдрахманов, В.В. Ворохобко, Р.Н. Абдрахманов // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. - 2016. - № 2 (8). - С. 14-17.

12. Абдрахманов, Н.Х. Снижение риска возникновения аварий на объектах хранения нефти и нефтепродуктов / Н.Х. Абдрахманов, З.А. Закирова, Н.С. Марков // Вестник молодого ученого УГНТУ. - 2016. - № 4. - С. 86-89.

13. Алымов, В.Т. Техногенный риск. Анализ и оценка / В.Т. Алымов, Н.П. Таросова. - М. : Академкнига, 2015. - 113 с.

14. Балынин, И.В. Практическая реализация риск-ориентированного подхода: многообразие методов и принципов / И.В. Балынин // Экономический анализ: теория и практика. - 2016. - №10. - С. 79-92

15. Белов, П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г. Белов. - М. : Издательство Академии гражданской защиты МЧС РФ, 2016. - 124 с.

16. Буйко, К.В. Изучение международного опыта в области государственного регулирования промышленной безопасности / К.В. Буйко, Ю.Ф. Карабанов, В.И. Сидоров. - Второй семинар «Проблемы управления промышленной безопасностью» 6 февраля 2001 г.

17. Буйко, К.В. Организация надзорной деятельности в области производственной безопасности в странах «группы восьми» / К.В. Буйко, А.А. Володина, Ю.Ф. Карабанов // Журнал «Безопасность труда в промышленности». - №8, 2016 г. – С. 26-31.

18. Воробьева, А.С. Новые методы в обеспечении промышленной безопасности в России / А.С. Воробьев // Инновационная наука. - 2016. - № 4-3. - С. 38-41.

19. Гражданкин, А.И. Категорирование опасных производственных объектов по уровню риска и масштабу возможных последствий аварий, в том числе в условиях аномальных внешних (природных и техногенных) воздействий и злоумышленных действий / А.И. Гражданкин, И.А. Кручинина, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность». - 2013 г. - 136 с.

20. Киндеев, Т.В. Управление рисками : учебное пособие / Т.В. Киндеев. - Владимир, 2016. - С. 5-27.

21. Кутьин, Н.Г. Экологические проблемы и безопасность топливно-энергетического комплекса России / Н.Г. Кутьин // Безопасность труда в промышленности. - № 12. – 2016. – С.3-15.

22. Куцын, П.В., Охрана труда при разработке серосодержащих месторождений природных газов / П.В. Куцын, Г.Л. Гендель, Г.Н. Бабиев. – М. : Недра, 2016. - 269 с.

23. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ» : СТО РД Газпром 39-1.10-0.84-2013). - М. : ИРЦ Газпром, 2013. - 149 с.

24. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах : Руководящий документ. - М. : ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2015. - 120 с.

25. Можаяев, И.Л. Основные принципы оценивания и нормирования приемлемого техногенного риска / И.Л. Можаяев, А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, А.В. Пчельников, П.Г. Белов // Безопасность труда в промышленности. - 2014. - № 8. - С. 45-50.

26. Одишария, Г.Э. Методология риск-анализа и ее приложение к проблемам технологической безопасности / Г.Э. Одишария, В.С. Сафонов, А.А. Швыряев // Газовая промышленность. - 2018. - № 8. - С. 77-79.

27. Переход на риск-ориентированный подход – это революция в контрольно-надзорной деятельности [Электронный ресурс]. - URL: <http://open.gov.ru/blogs/5515407/> (дата обращения: 15.02.2019).

28. Попов А.Н. Риск-ориентированный подход в промышленной безопасности / А.Н. Попов, Н.С. Ивашова, А.А. Деулин // Промышленная безопасность. - 2015. - № 2 (99). - С. 20.

29. Риск-ориентированный подход для безопасной модернизации промышленности [Электронный ресурс]. - URL: <http://riskprom.ru/publ/33-1-0-359> (дата обращения: 25.02.2019).

30. Рыхтикова, Н.А. Анализ и управление рисками организации : учеб. пособие / Н.А. Рыхтикова. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. – 240 с.

31. Сафонов, В.С. Отраслевое руководство по анализу и управлению риском, связанным с техногенным воздействием на человека и окружающую

среду, при сооружении и эксплуатации объектов добычи, транспорта, хранения и переработки углеводородного сырья / В.С. Сафонов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев. - М. : РАО «Газпром», 2016. - 165 с.

32. Сафонов, В.С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В.С. Сафонов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев. - М. : НУМЦ Минприроды России, 2016. - 208 с.

33. Селуянов, А.А. Экологические аспекты разлива нефти на воде / А.А. Селуянов, Н.В. Шутов // Нефть. Газ. Новации. - 2011. - № 2 (145). - С. 75-78.

34. Спиридонова, А.А. Риск-ориентированный подход в системе промышленного предприятия: проблема выбора методов управления рисками / А.А. Спиридонова, Е.Г. Хомутова // Организатор производства. - 2017. - №2. - С.92-100.

35. Файзуллина, А.А. Система внутреннего контроля: риск-ориентированный подход / А.А. Файзуллина // Молодой ученый. 2017. №14. С. 464-467.

36. Файнбург, Г.З. Основы организации управления профессиональными рисками. / Г.З. Файнбург. - Серия: Управление профессиональными рисками. Вып. 1. – Изд. 2-е, испр. и доп. / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2017.

37. Фатхутдинов, Р.А. Инновационный менеджмент : учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. 6-е изд. / Р.А. Фатхутдинов. – СПб. : Питер, 2012. – 488 с.

38. Федосов А.В. История развития промышленной безопасности в России / А.В. Федосов, Г.Д. Загирева, Э.И. Харисова, И.Р. Абдрахимова // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. - 2017. - № 1. - С. 57-60.

39. Федосов А.В. Изменения в законодательстве по охране труда и промышленной безопасности за последние три года / А.В. Федосов, А.В. Козлова // Вестник молодого ученого УГНТУ. - 2016. - № 4. - С. 202-206.



40. Чубенко, А.В. Критерий для оценки допустимого техногенного риска технологических комплексов / А.В. Чубенко, А.А. Топоров, А.Я. Гурнак, Е.П. Романенко, С.В. Семеренко // Международный сборник научных трудов. – Донецк : ДонНТУ, 2012. - 192 с.

41. Энциклопедия безопасности жизнедеятельности / Р.Н. Бахтизин, С.Г. Родионова, Ю.В. Лисин, Р.Г. Шарафиев, Н.Х. Абдрахманов, В.Б. Барахнина, Н.Я. Багаутдинов, И.Р. Киреев, В.В. Ерофеев, Г.И. Латыпова, С.А. Половков. - М. : Недра, 2017. - 826 с.

42. Официальный сайт АО «ПМК-98» [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.pmk-98.ru/> (дата обращения: 01.03.2019).

43. Gaisina, L. M. Principios y métodos de modelización sinérgica del sistema de gestión en las empresas del sector de petróleo y gas / L.M. Gaisina // Revista ESPACIOS. - 2017. - Vol. 38 (№. 33). - URL: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n33/17383305.html> (дата обращения: 01.03.2019).

44. Flesher, J. Michigan, Enbridge Make Deal on Pipeline Safety / J. Flesher // IEN, 2015. - URL: <https://www.ien.com/safety/news/> (дата обращения: 05.03.2019).

45. Friis, C. Industrial safety: saving lives, health and the environment / C. Friis // Industrial Safety in Industry, 2017. - URL: <https://www.safety.ru/zarubejniy-opit/> (дата обращения: 19.12.2018).

46. Occupational Health and Safety Act of 1990, Revised Statutes of Ontario. - URL: <https://www.ontario.ca/laws/statute/90O01> (дата обращения: 15.12.2018)

47. Strategic Plan for Fiscal Years 2011 - 2016. U.S. - Department of Labor Occupational Safety and Health Administration. OSHA, 2011. - 112 p.